

**PENENTUAN HARGA OPSI PADA MODEL *BLACK-SCHOLES*
MENGUNAKAN METODE BEDA HINGGA
DUFORT-FRANKEL
(Studi Kasus: PT.Astra Internasional Tbk)**



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih
Gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

SRI NURYANTI A.
NIM: 60600111064

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN MAKASSAR
2016**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sri Nuryanti A.

NIM : 60600111064

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika

Judul Skripsi : Penentuan Harga Opsi Pada Model *Black-Scholes*

Menggunakan Metode Beda Hingga *Dufort-Frankel*

(Studi Kasus: PT.Astra Internasional Tbk)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian dan atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkannya serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Makassar, Januari 2016

Mahasiswa,

Sri Nuryanti A.
NIM: 60600111064

PERSEMBAHAN

Aku persembahkan karyaku ini untuk kedua orangtuaku, kakak-kakakku dan segenap keluargaku yang telah menjadi motivasi dan inspirasi yang tiada henti serta memberikan doa dan dukungannya selama ini.

“Tanpa keluarga, manusia sendiri di dunia, gemetar dalam dingin.”

Terima kasih juga kupersembahkan kepada para sahabat-sahabatku yang senantiasa menjadi penyemangat dan menemani di setiap hariku.

“Sahabat merupakan salah satu sumber kebahagiaan dikala kita merasa tidak bahagia.”

MOTTO

Bersabar, berusaha dan bersyukur ...

“Bersabar dalam berusaha, berusaha dengan tekun dan pantang menyerah, serta bersyukur atas apa yang telah diperoleh”.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٣﴾

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

- QS. Al-Baqarah:153

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah swt., Rabbul Izzati yang mencurahkan segala limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw., manusia termulia sepanjang abad dan zaman, pemimpin sejati dan pembawa risalah kebenaran hingga akhir zaman.

Skripsi ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Matematika). Skripsi ini berisi tentang penentuan harga opsi pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*, seperti yang disajikan dalam bab empat.

Ucapan terima kasih kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta (**Amrullah dan St.Hadjiah**) yang senantiasa memberi nasehat, motivasi, kasih sayang serta do'a dalam setiap langkah. Untuk kakak-kakakku tersayang (**Asmawati, Asriani S.Pd., Sitti Hasnah, S.S., S.Pd., dan Muh.Syahrir, S.Pd.**) terima kasih telah menjadi bagian dari motivasi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Keberhasilan dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019 atas pemberian kesempatan pada penulis untuk melanjutkan studi ini,

2. Bapak Irwan, S.Si., M.Si., Ketua Jurusan Matematika sekaligus sebagai Penguji pertama atas waktu, bimbingan, arahan, motivasi dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan dan penyempurnaan skripsi ini,
3. Ibu Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd., Penasehat Akademik serta Pembimbing pertama atas bimbingan serta arahan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi,
4. Ibu Faihatuz Zuhairoh, S.Si., M.Sc., Pembimbing kedua atas bimbingan, arahan serta ilmu yang diberikan kepada penulis dengan penuh kesabaran,
5. Ibu Ermawati, S.Pd., M.Si., Penguji kedua atas waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
6. Bapak Dr. Hasyim Haddade, S.Ag., M.Ag., Penguji ketiga atas waktu dan ilmu agama yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
7. Bapak Ridzan Djafri, atas waktu dan ilmu yang diberikan, yang telah banyak membantu membimbing dalam pengerjaan skripsi ini,
8. Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Matematika yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan ilmu, arahan dan motivasi dari awal perkuliahan hingga skripsi ini selesai,
9. Staf Karyawan Jurusan maupun Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini telah membantu dalam pengurusan akademik dan persuratan dalam penulisan,
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 “L1M1T” yang selalu memberikan semangat bersaing sehat dan inspirasi mulai dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi ini,

11. Sahabat-sahabat terkasih dan tersayang “SAHABAT SELUSIN” (Sri Mawar, S.Si., Sitti Fatmasari, S.Si., Puji Rahayu, S.Si., Sumarni Abdullah, S.Si., Nursamsi, S.Si., Rahmah Musda Muin, S.Si., Tutiwarni, S.Si., Nursyamsinar, S.Si., Nur Mufidah, S.Si., Nur Wahidah, S.Si., dan Sudarti Dahsan) yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan do’anya. Terima kasih atas canda tawa kalian semua,
12. Teman-teman seposko KKN Regular UINAM Angkatan ke-50 Dusun Bontorannu Desa Erelembang Kecamatan Tombolo Pao yang telah berbagi cerita dan pengalaman serta menemani canda tawa selama berada di posko (Nur Madinah, S. Ip., Mustafiah, S.Pd., Alpriadi, Andi Harun Munandar dan Arman),
13. Kakak-kakak, teman-teman maupun adik-adik Asisten LAB yang juga telah banyak membantu selama ini,
14. Kepada seluruh keluarga, sahabat dan pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala doa dan motivasinya.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk semua yang haus akan ilmu pengetahuan dan dapat dijadikan pelajaran yang bermakna bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Aamin Yaa Rabbal Alamin.

Makassar, Januari 2015

Penulis,

Sri Nuryanti A.
NIM: 60600111064

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1-9
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
E. Batasan Masalah	9
F. Sistematika Penulisan.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11-39
A. <i>Volatilitas</i>	11
B. Model Untuk Persamaan <i>Black-Scholes</i>	13
C. Harga Opsi	16
D. Opsi.....	19
E. Opsi Jual (<i>Put Option</i>)	21
F. Metode <i>Dufort-Frankel</i>	23
G. <i>Strike Price</i> dan Tingkat Suku Bunga	25

H. Matriks	26
I. Distribusi Normal	28
J. Program <i>Matlab</i>	29
K. Objek Penelitian	31
L. Saham dan Obligasi dalam tinjauan Islam	33
BAB III METODE PENELITIAN	40-42
A. Jenis Penelitian	40
B. Jenis dan Sumber Data	40
C. Waktu dan Lokasi Penelitian	40
D. Prosedur Penelitian	40
E. <i>Flowchart</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43-67
A. Hasil Penelitian	43
B. Pembahasan	65
BAB V PENUTUP	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Harga Penutupan Saham Harian.....	43
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Return</i> Harga Saham	45
Tabel 4.3 Perhitungan Untuk Mencari Nilai Standar <i>Deviasi</i>	46
Tabel 4.4 Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia	49
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai <i>Alfa</i>	54
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Nilai <i>Beta</i>	56
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai <i>Gamma</i>	58
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Nilai <i>Delta</i>	60
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Matriks NV^{-1}	62
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Matriks MV^n	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Matriks P	64

DAFTAR SIMBOL

σ	= <i>Volatilitas</i> saham
$S_{\mu i}$	= Standar <i>deviasi</i>
μ	= <i>Return</i> harga saham
S	= Harga saham
n	= Waktu (hari)
i	= Harga saham pada waktu ke i
dS	= Perubahan harga saham
t	= Waktu (hari)
τ	= Nilai <i>tou</i>
N	= Nilai matriks
M	= Nilai matriks
V	= Harga saham pada matriks
α	= Nilai <i>alfa</i>
β	= Nilai <i>beta</i>
γ	= Nila <i>gamma</i>
δ	= Nilai <i>delta</i>
T	= Waktu (hari) masa perdagangan

ABSTRAK

Nama : Sri Nuryanti A.

NIM : 60600111064

Judul : Penentuan Harga Opsi Pada Model *Black-Scholes* Menggunakan Metode Beda Hingga *Dufort-Frankel*

Skripsi ini membahas tentang penentuan harga opsi pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*. Salah satu cara untuk mencari harga opsi jual tipe Eropa yaitu menggunakan model *Black-Scholes*, dimana bentuk model *Black-Scholes* berupa persamaan differensial parsial. Selanjutnya, solusi numerik persamaan *Black-Scholes* dicari menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*, dimana metode ini dapat memberikan solusi yang cukup akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan harga opsi pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*. Adapun hasil yang diperoleh adalah harga opsi jual melalui perhitungan matriks menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* sebesar 35,3956, dengan nilai standar *deviasi* 0,024961825, nilai *volatilitas* 0,136721546, tingkat suku bunga 0,0043 dan nilai *strike price* \$16.

Kata Kunci: *Harga Opsi, Opsi Tipe Eropa, Model Black-Scholes, Metode Dufort-Frankel.*

ABSTRACT

Name : Sri Nuryanti A.

NIM : 60600111064

**Title : Determination Of Option Price On The *Black-Scholes* Model Using
The *Dufort-Frankel* Finite Different Method**

This thesis discusses about determination of options price on the *Black-Scholes* model using the *Dufort-Frankel* finite different method. One of the ways to seek European type of option price sales using the *Black-Scholes* model, which form of the *Black-Scholes* model like as partial differential equation. Furthermore, numerical solution of *Black-Scholes* equation searching for using the *Dufort-Frankel* finite different methods, where this method can provide a solution that is accurate enough. This research aims to determine of option price on the *Black-Scholes* model using the *Dufort-Frankel* finite different method. As for the results obtained are option price sales through a matrix calculation using the *Dufort-Frankel* finite different method as big as 35,3956, with deviation standard value 0.024961825, implied volatilities 0.136721546, interest rate 0.0043 and the value of the strike price \$16.

Keywords: *Option Price, European Type Options, The Black-Scholes Model, The Dufort-Frankel Method.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. *Latar Belakang*

Pasar modal atau bursa saham di Indonesia pertama kali dibuka oleh pemerintah Belanda pada permulaan tahun 1900, ketika Indonesia masih dijajah oleh Belanda. Pemerintah menyadari dan merasakan betapa pentingnya peran pasar modal sebagai alternatif pembayaran selain perbankan.¹

Pada pasar modal itu sendiri dikenal istilah investasi. Dalam membuat perencanaan keuangan pun tidak bisa dilepaskan dari aktivitas investasi. Pasalnya, berinvestasi merupakan alat untuk mencapai tujuan finansial. Adapun jenis-jenis investasi yaitu kas/tunai, pendapatan tetap, saham, aset fisik dan opsi. Dari semua jenis tersebut, opsi merupakan salah satu alat yang paling efektif sebagai sarana lindung nilai (*hedging*) penambahan *income* memaksimalkan *return* (keuntungan) serta meminimalkan kerugian.

Disebutkan dalam Q.S. Yusuf ayat 47 yang berbunyi:

﴿قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرَوْهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ﴾

Terjemahnya:

“Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; Maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian, sesudah itu akan datang tujuh yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya kecuali sedikit dari apa yang kamu simpan. Kemudian, setelah itu akan datang tahun yang padanya manusia diberi hujan (dengan cukup) dan pada masa itu mereka memeras”.²

¹Haymans Adler. *Pasar Modal Indonesia menjadi Bursa Kelas Dunia* (Cet I; Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2005), h. 3.

²Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, h. 241.

Tafsiran ayat tersebut diatas adalah sesuai dengan kisah Nabi Yusuf as. dimana memerintahkan *kamu*, wahai masyarakat Mesir, melalui Raja agar kamu terus menerus *bercocok tanam* selama *tujuh tahun sebagaimana biasa* kamu bercocok tanam, yakni dengan memerhatikan keadaan cuaca, jenis tanaman yang ditanam, pengairan, dan sebagainya atau selama tujuh tahun berturut-turut dengan bersungguh-sungguh. *Maka, apa yang kamu tuai* dari hasil panen sepanjang masa itu *hendaklah kamu biarkan* dibulirnya agar dia tetap segar tidak rusak karena biasanya gandum Mesir hanya bertahan dua tahun, *kecuali sedikit* yaitu yang tidak perlu kamu simpan dan biarkan dibulirnya yaitu yang kamu butuhkan *untuk kamu makan*. Kemudian, *sesudah masa tujuh tahun itu, akan datang tujuh tahun yang amat sulit* akibat terjadinya paceklik diseluruh negeri *yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya*, yakni untuk menghadapi tahun sulit itu yang dilambangkan oleh tujuh bulir gandum yang kering itu *kecuali sedikit dari apa*, yakni bibit gandum, *yang kamu simpan*.

Kemudian, *setelah paceklik itu akan datang tahun yang padanya manusia diberi hujan* dengan cukup *dan pada masa itu mereka* akan hidup sejahtera yang ditandai antara lain bahwa ketika itu mereka terus-menerus *memeras* sekian banyak hal seperti aneka buah yang menghasilkan minuman, memeras susu binatang dan sebagainya. Kita dapat lihat bahwa beliau memahami *tujuh ekor sapi* sebagai tujuh tahun masa pertanian. Boleh jadi, karena sapi digunakan membajak, kegemukan sapi adalah lambang kesuburan, sedang *sapi kurus* adalah masa sulit

dibidang pertanian, yakni masa paceklik. *Bulir-bulir gandum* lambang pangan yang tersedia. Setiap bulir sama dengan setahun. Demikian juga sebaliknya.³

Adapun maksud ayat tersebut di atas adalah mengajarkan kepada manusia untuk tidak mengonsumsi semua kekayaan yang dimiliki pada saat manusia telah mendapatkannya, tetapi hendaknya sebagian kekayaan yang didapatkan itu juga ditangguhkan pemanfaatannya untuk keperluan yang lebih penting. Adapun secara harfiah, mengelola harta itu bisa dilakukan dalam beberapa bentuk, seperti menyimpan di rumah, menabung/mendepositokan di bank, mengembangkannya melalui bisnis, membelikan properti ataupun cara-cara lain yang halal dan berpotensi besar dapat menghasilkan keuntungan.⁴

Perkembangan dunia keuangan tidak saja ditunjukkan oleh semakin meningkatnya jumlah uang yang diinvestasikan ataupun oleh semakin banyaknya jumlah investor yang berinvestasi. Akan tetapi, perkembangan tersebut juga ditunjukkan oleh semakin banyaknya alternatif-alternatif instrumen investasi yang bisa dijadikan pilihan investor dalam berinvestasi. Selain berinvestasi dengan cara memiliki secara langsung efek yang diperdagangkan di pasar, investor juga dapat berinvestasi dengan cara membeli turunan dari efek. Efek yang secara keseluruhan maupun sebagian nilainya merupakan turunan dari efek lain, disebut dengan efek derivatif. Salah satu jenis efek derivatif yang telah banyak dikenal dan diperdagangkan oleh masyarakat adalah opsi.⁵

³Shihab Quraish. *Tafsir Al-Misbah* (Cet IV; Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 110-113.

⁴Fadli Moh. *Investasi dalam Islam* (UIN, 2010), h.3.

⁵Risman Neno. *Investasi* (UNUD, 2010), h. 2.

Walaupun tidak diketahui secara pasti sejak kapan pertama kalinya kontrak opsi diperdagangkan, namun diperkirakan para ahli matematika dan ahli filsuf sejak zaman Romawi dan Yunani dulu telah menggunakan metode yang sama seperti kontrak opsi. Pada awalnya, perkembangan opsi relatif lambat. Saat itu, para *investor* melakukan *deal* (perjanjian) lewat telepon, sedangkan disatu sisi mereka susah mengetahui apa yang sedang terjadi di pasar pada saat itu dan kendala-kendala lainnya.⁶

Dalam dasawarsa lalu, penggunaan opsi *valuta* asing sebagai piranti *hedging* dan tujuan untuk *spekulatif* telah berkembang menjadi aktifitas *valuta* asing yang utama. Meningkatnya penggunaan opsi *valuta* asing merupakan cerminan dari pertumbuhan *eksplosif* dalam penggunaan berbagai bentuk lain opsi dan hasil perbaikan dalam model-model penentuan harga opsi. Model penentuan harga opsi asli, telah dikomersialkan oleh banyak perusahaan yang sekarang menawarkan program-program piranti lunak dan bahkan prosedur *built-in* untuk kalkulator tangan.⁷

Bursa Efek Jakarta mulai mensimulasikan kontrak opsi terhadap saham pada semester kedua tahun 2003. Aset dasar yang dipilih dalam kontrak opsi di Indonesia saat itu adalah saham dari Telkom, Astra Internasional, Gudang Garam, H M Sampoerna dan Bank BCA dengan jangka jatuh temponya 1 bulan.⁸

Secara garis besar opsi dapat dilihat atau dibedakan berdasarkan instrumen yang melandasinya (*underlying*) seperti saham, indeks saham dan nilai mata uang.

⁶Irwanto Yoni. *Seminar pasar Modal Stock Option* (Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, 2011), h. 2.

⁷Eiteman David, *Manajemen Keuangan Multinasional* (Cet IX; Klaten: PT.Intan Sejati, 2003), h. 120.

⁸Haymans Adler. *Pasar Modal Indonesia menjadi Bursa Kelas Dunia*, h. 5.

Berdasarkan kontrak opsi saham, opsi dibedakan menjadi opsi beli dan opsi jual. Namun pada penelitian ini hanya menggunakan opsi jual karena selain menjadi instrumen yang sangat *fleksibel* dan memiliki risiko yang terbatas, opsi jual adalah instrumen *hedging* yang fantastis bagi semua *portofolio* saham, dimana sangat *fleksibel* dan dapat melebihi hasil dari saham melalui posisi-posisi *sintetis*.⁹

Pada pelaksanaan opsi itu sendiri terdapat dua jenis tipe yaitu opsi tipe Eropa (*European Option*) dan opsi tipe Amerika (*American Option*), namun pada penelitian ini tipe opsi yang digunakan adalah tipe Eropa, karena berhubung model yang digunakan adalah model *Black-Scholes* yang penggunaannya terbatas, dimana hanya dapat digunakan untuk menentukan harga opsi tipe Eropa (*European option*) yang berlaku pada waktu *expiration date* (jatuh tempo) saja.

Disebutkan dalam Q.S. An-Nisa ayat 29 yang berbunyi:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا لَا تَأْكُلُوْا اَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ اِلَّا اَنْ تَكُوْنَ تِجَارَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوْا اَنْفُسَكُمْ ۚ اِنَّ اللّٰهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيْمًا ﴿٢٩﴾

Terjemahnya:

“Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. dan janganlah kamu membunuh dirimu, Sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu”.¹⁰

Tafsiran ayat tersebut diatas adalah Allah mengingatkan, *wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu memakan*, yakni memperoleh *harta* yang merupakan sarana kehidupan *kamu, diantara kamu dengan jalan yang batil*, yakni tidak sesuai dengan tuntunan syariat, tetapi hendaklah kamu peroleh harta itu

⁹Eitman David, *Manajemen Keuangan Multinasional*, h. 120.

¹⁰Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, h. 83.

dengan jalan perniagaan yang berdasarkan kerelaan diantara kamu, kerelaan yang tidak melanggar ketentuan agama. Karena harta benda mempunyai kedudukan di bawah nyawa, bahkan terkadang nyawa dipertaruhkan untuk memperoleh atau mempertahankannya, dan janganlah kamu membunuh diri kamu sendiri, atau membunuh orang lain secara tidak hak karena orang lain adalah sama dengan kamu, dan bila kamu membunuhnya kamupun terancam dibunuh, sesungguhnya Allah terhadap kamu Maha Penyayang. Kata amwaalakum yang dimaksud adalah harta yang beredar dalam masyarakat. Sementara yang diisyaratkan pada kata bainakum (diantara kamu), dimana yang terbaik adalah bila masing-masing senang dan bahagia dengan apa yang diperolehnya. Ayat diatas juga menekankan keharusan mengindahkan peraturan-peraturan yang ditetapkan dan tidak melakukan apa yang diistilahkan oleh ayat di atas dengan al-bathil yakni pelanggaran terhadap ketentuan agama atau persyaratan yang disepakati. Selanjutnya, adanya kerelaan kedua belah pihak atau yang diistilahkan dengan an taradhin minkum.¹¹

Adapun maksud dari ayat tersebut di atas adalah bahwasanya kita sebagai manusia baiknya melakukan suatu hubungan timbal balik dengan cara yang baik, dimana terdapat kesepakatan diantara masing-masing pihak agar kiranya tidak menimbulkan sesuatu yang buruk seperti riba.¹²

Para ahli matematika dan ahli *fiisuf* pada saat itu menggunakan opsi untuk mengantisipasi harga dikemudian hari. Saat musim sepi, dimana permintaan tidak ada, mereka memperoleh hak dengan harga sangat rendah dan kemudian

¹¹Shihab Quraish. *Tafsir Al-Misbah* (Cet V; Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 490-500.

¹²Dea Riana. *Saham dalam Islam* (UTS, 2010), h.6.

menunggu permintaan sedang banyak sehingga harga naik tinggi sekali, karenanya mereka yang mempunyai hak untuk membeli di harga perjanjian yang rendah tadi, menggunakan haknya guna mendapatkan hasil berlipat ganda.¹³

Harga opsi merupakan *refleksi* dari nilai *intrinsik* opsi dan setiap tambahan jumlah atas nilai *intrinsik*. Dengan semakin berkembangnya pasar opsi, semakin berkembang pula pengetahuan atau cara-cara dalam memprediksi suatu pergerakan harga opsi dan meramalkan segala kemungkinan yang terjadi yang bertujuan untuk meminimalkan kerugian dan memaksimalkan keuntungan.¹⁴

Untuk menentukan harga opsi baik itu opsi jual maupun opsi beli, terdapat beberapa model yang dapat digunakan, seperti model *Black-Scholes*, model *Binomial*, model *Trinomial* dan beberapa model lainnya. Pada penelitian ini model yang digunakan adalah model *Black-Scholes*, karena model ini hanya dapat digunakan pada waktu jatuh tempo sesuai dengan karakteristik opsi tipe Eropa.

Untuk model *Black-Scholes*, penentuan harga opsi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, seperti metode simulasi *Monte Carlo*, metode beda hingga dan beberapa metode yang lain. Metode beda hingga itu sendiri terdapat beberapa jenis metode, diantaranya metode *Crank-Nicholson* dan *Dufort-Frankel*, namun pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *Dufort-Frankel*, dimana pada penelitian Andi Soraya telah menggunakan metode *Crank-Nicholson*.¹⁵

¹³Irwanto Yoni. *Seminar pasar Modal Stock Option* (Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, 2011), h. 5.

¹⁴Irwanto Yoni. *Seminar pasar Modal Stock Option* (Sekolah Tinggi Akuntansi Negara, 2011), h. 9.

¹⁵Soraya Andi. *Penentuan Nilai Hedging Ratio pada Opsi* (UIN.2008), h. 9.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alman dalam menyelesaikan persamaan *adveksi difusi* 2-D untuk *transfer* polutan, metode beda hingga *Dufort-Frankel* dalam menyelesaikan persamaan dapat dikatakan stabil dan hasil numerik yang diperoleh menunjukan *konvergen* pada sebuah nilai. Metode beda hingga *Dufort-Frankel* merupakan suatu metode numerik yang sering digunakan dalam penentuan harga opsi sehingga metode ini dapat memberikan solusi yang cukup akurat.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka peneliti menggunakan metode beda hingga dalam penentuan harga opsi dengan mengambil judul ”Penentuan Harga Opsi Pada Model *Black-Scholes* Menggunakan Metode Beda Hingga *Dufort-Frankel* (Studi Kasus: PT.Astra Internasional Tbk) ”.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada skripsi ini adalah bagaimana menentukan harga opsi pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* pada PT.Astra Internasional Tbk ?

C. Tujuan

Adapun tujuan yang terdapat pada skripsi ini adalah untuk menentukan harga opsi pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* pada PT.Astra Internasional Tbk.

D. Manfaat

1. Bagi Penulis: Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang cara menentukan harga opsi jual tipe Eropa menggunakan metode *Dufort-Frankel*.

2. Bagi Pembaca: Dapat digunakan sebagai bahan kajian bagi siapa saja yang ingin mengetahui lebih jauh mengenai opsi khususnya opsi tipe Eropa dan mempelajari cara menentukan harga opsi jual tipe Eropa khususnya menggunakan metode *Dufort-Frankel*.
3. Bagi Jurusan Matematika: Menambah penelitian mengenai penerapan matematika terutama dalam bidang ekonomi khususnya permasalahan penentuan harga opsi.

E. Batasan Masalah

1. Permasalahan penentuan harga opsi hanya dibatasi pada opsi jual tipe Eropa.
2. Perhitungan harga opsi dilakukan dengan menggunakan metode *Dufort-Frankel*.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan proposal ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian isi dan bagian akhir.

1. Bagian awal

Bagian awal terdiri dari sampul, persetujuan pembimbing dan pengesahan.

2. Bagian isi

Bagian isi terbagi atas tiga bagian, yaitu:

a. BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi alasan pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

b. BAB II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini dikemukakan hal-hal mengenai tinjauan pustaka, yang membahas mengenai dasar-dasar teori yang digunakan dalam menerapkan metode *Dufort-Frankel* untuk penentuan harga opsi jual tipe Eropa.

c. BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini dikemukakan mengenai jenis penelitian, jenis dan sumber data, waktu dan lokasi penelitian, prosedur penelitian serta *flowchart*.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini berisi tentang hasil penelitian dari dan menjelaskan mengenai harga opsi jual pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*.

e. BAB V Penutup

Bab ini memuat kesimpulan atas hasil penelitian yang dilakukan dan saran-saran yang membangun.

3. Bagian akhir

Bagian ini terdiri dari daftar pusaka, lampiran dan daftar riwayat hidup.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Volatilitas*

Ada beberapa kata dalam bidang keuangan yang lebih banyak digunakan dan lebih banyak disalahgunakan daripada *volatilitas*, seperti: *obligasi*, saham, surat perbendaharaan, surat utang dan beberapa istilah lainnya. *Option volatility* didefinisikan sebagai *deviasi standar* dari persentase perubahan harian dalam nilai tukar yang mendasarinya. *Volatilitas* merupakan hal yang penting bagi nilai opsi akibat persepsi tentang kecenderungan pergerakan nilai tukar baik ke dalam atau ke luar kisaran dimana opsi itu akan di *exercise*. Bila *volatilitas* nilai tukar naik, yang karena itu naik pula risiko opsi itu di *exercise*, premium opsi akan naik.

Persoalan utama *volatilitas* adalah bahwa *volatilitas* tidak dapat diamati. Hal ini merupakan satu-satunya input dalam formula penilaian opsi yang didasarkan pada penilaian si pedagang yang menilai opsi. Tidak ada satu metode pun yang tepat untuk perhitungan *volatilitas*. Ini merupakan persoalan perkiraan, dimana *volatilitas historis* tidak mesti menjadi peramal yang baik tentang *volatilitas* masa depan dari pergerakan nilai tukar, namun tidak banyak yang dapat ditempuh selain data historis.

Volatilitas dipandang dalam tiga cara, yaitu:

1. *Historis*, dimana *volatilitas* ditarik dari suatu periode mutakhir.
2. *Forward looking*, dimana *volatilitas historis* diubah agar mencerminkan harapan tentang periode masa depan dimana opsi itu akan muncul.

3. *Implied*, dimana *volatilitas* tersebut di *backed-out* dari harga pasar opsi itu sendiri.

Volatilitas historis biasanya diukur sebagai *persentase* pergerakan dalam *spot rate* harian setiap 6 atau 12 jam selama 10, 30 atau bahkan 90 hari sebelumnya. Bila pedagang opsi yakin bahwa waktu singkat akan terjadi seperti di masa lalu, *volatilitas historis* akan sama dengan *volatilitas* ke depan (*forward looking*). Namun, bila periode di masa mendatang diharapkan mengalami *volatilitas* yang lebih besar atau lebih kecil untuk penentuan harga opsi, ukuran *historis* harus diubah. *Volatilitas* tersirat (*implied*) ekuivalen dengan mendapatkan jawaban terhadap tes itu, dimana *implied volatility* dihitung dengan di *backed-out* dari nilai-nilai pasar premium opsi yang diperdagangkan. Karena *volatilitas* merupakan satu-satunya unsur harga premium opsi yang tidak dapat diamati, setelah semua komponen lain diperhitungkan, yang digunakan adalah nilai sisa *volatilitas* yang tersirat (*implied*) oleh harga itu.¹⁶

Adapun perhitungan *volatilitas* harga saham menggunakan *formulasi* sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{S_{ri}}{\sqrt{\tau}} \quad (2.1)$$

Sebelum menentukan *volatilitas* harga saham, terlebih dahulu mencari standar *deviasi* dengan rumus sebagai berikut :

$$S_{ri} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - r)^2} \quad (2.2)$$

¹⁶Eiteman David, *Manajemen Keuangan Multinasional*, h. 134-136.

Parameter $S_{\mu i}$ adalah standar *deviasi*, n adalah waktu (hari), dan μ_i adalah *return*, dimana formulasi pencarian *return* adalah sebagai berikut :

$$r_i = \ln \left(\frac{S(i)}{S(i-1)} \right) \quad (2.3)$$

dimana parameter r_i adalah *return* saat i dan $S(i)$ adalah harga saham saat i .

Konsep *return* atau kembalian adalah tingkat keuntungan yang dinikmati oleh pemodal atas suatu *investasi* yang dilakukannya. *Retrun* saham merupakan *income* yang diperoleh oleh pemegang saham sebagai hasil dari *investasi* di perusahaan tertentu.¹⁷

B. Model untuk Persamaan Black-Scholes

Misalkan S harga saham pada waktu n sedangkan μ dan σ keduanya adalah parameter yang masing-masing menyatakan tingkat rata-rata pertumbuhan harga saham dan *volatilitas* harga saham, maka model dari perubahan harga saham, yaitu :

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW(t) \quad (2.4)$$

Dimana :

μ = nilai *ekspektasi rate of return* saham

dS = perubahan harga saham

S = harga saham

σ = *volatilitas* saham yang merupakan standar *deviasi* dari *return*.

Misalkan unsur dari ketidakpastian dari harga saham dihilangkan $\sigma = 0$, maka persamaan (3.1) berubah menjadi :

¹⁷Fitria Dila. *Return Saham* (UNPAD, 2011) h. 4.

$$dS = \mu S dt \quad (2.5)$$

atau

$$\frac{dS}{S} = \mu dt \quad (2.6)$$

Nilai $\frac{dS}{S}$ merupakan tingkat pengembalian dari harga saham. Bentuk pengembalian dari harga saham yang dapat diprediksi dan bersifat *deterministik* adalah μdt . Sebagai contoh pengembalian yang bersifat *deterministik* dari sejumlah dana yang diinvestasikan di bank bersifat bebas risiko. Karena bersifat bebas risiko sehingga *ekspektasi* dari harga saham dapat dikatakan sebagai tingkat suku bunga bebas risiko.

Perubahan nilai $S(t)$ akan memiliki nilai harapan *drift rate* μS . Parameter μ menyatakan tingkat rata-rata pertumbuhan harga saham dan $\mu S(t) dt$ disebut komponen *deterministik*. Sedangkan parameter σ menyatakan tingkat ketidakpastian harga saham dan $\sigma S dW(t)$ menyatakan komponen *stokastik*.

Untuk suatu fungsi $V(t, S)$, yaitu nilai opsi dengan harga saham S pada waktu t , diperoleh :

$$dX(t) = \left(\mu S(t) \frac{\partial f}{\partial s} + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S(t)^2 \frac{\partial^2 f}{\partial s^2} \right) dt + \sigma S(t) \frac{\partial f}{\partial s} dW(t) \quad (2.7)^{18}$$

Selanjutnya untuk menghilangkan proses *Wiener*, dipilih sebuah *portofolio* yang diinvestasikan pada saham dan *derivatif*. Strategi yang dipilih adalah

¹⁸Irwan. *Penentuan Nilai Eksak Dari Harga Opsi Tipe Eropa Dengan Menggunakan Model Black-Scholes* (UIN Alauddin Makassar, 2001), h. 22-23.

membeli satu opsi seharga V dan menjual $\frac{\partial V}{\partial S}$ saham. Misalkan π adalah *portofolio* yang dimaksud sehingga nilai π adalah

$$\pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} dS \quad (2.8)$$

Perubahan *portofolio* pada selang waktu t didefinisikan sebagai

$$d\pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS \quad (2.9)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.4) dan (2.7) ke dalam (2.9) diperoleh :

$$d\pi = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt \quad (2.10)$$

Return dari *investasi* sebesar π pada saham tidak beresiko akan memiliki pertumbuhan sebesar $r\pi dt$ dalam selang waktu dt . Agar tidak terdapat peluang *arbitrage*, nilai pertumbuhan ini harus sama dengan ruas kanan dari (2.4) yaitu :

$$r\pi dt = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt \quad (2.11)$$

Substitusikan persamaan (2.8) ke dalam (2.8) :

$$\left(rV - \frac{\partial V}{\partial t} rS \right) dt = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt \quad (2.12)$$

Diketahui: $\int \frac{\delta F(x)}{dx} dx = f(x)$

Misalkan : $x = rV - \frac{\partial V}{\partial t} rS$

$$y = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dt}$$

$$\int \left(\frac{dx}{dt}\right) dt = \int \left(\frac{dy}{dt}\right) dt$$

$$x = y$$

Maka dengan mengintegralkan kedua ruas diperoleh :

$$\left(rV - \frac{\partial V}{\partial t} rS\right) = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2}\right) \quad (2.13)$$

Atau

$$rV = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial t} \quad (2.14)$$

Persamaan (2.14) dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut :

$$\frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial t} - rV = 0 \quad (2.15)$$

Persamaan (2.15) dikenal dengan persamaan *Black-Scholes*.¹⁹

C. *Harga Opsi*

Model *Black-Scholes* adalah suatu persamaan matematis yang menyatakan bahwa nilai suatu aset mengikuti gerak *Brown* pada suatu suku bunga dan tingkat ketidakpastian (*volatility*) tertentu. Harga saham akan selalu dapat ditutupi dengan kerugian atau keuntungan dari opsi sehingga nilai totalnya pada akhir periode yang pendek dapat diketahui dengan pasti.²⁰

Pada beberapa literatur matematika, banyak hasil yang dapat ditentukan pada model *Black-Scholes* untuk beberapa metode beda hingga. Model *Black-*

¹⁹Iskandar Dedi, *Model Penilaian Harga Saham IPO dengan menggunakan Metode Real Option di BEI*. h. 18-19.

²⁰Tim Studi Volatilitas Pasar Modal Indonesia dan Perekonomian Dunia . *Volatilitas Pasar Modal Indonesia Dan Perekonomian Dunia*, h. 25.

Scholes memberikan solusi yang cukup akurat pada beberapa metode beda hingga, salah satunya adalah metode beda hingga *Dufort Frankel* dalam menentukan harga opsi. Harga opsi yang dihasilkan oleh perhitungan model *Black-Scholes* adalah harga yang *fair*, sehingga jika harga suatu opsi yang digunakan pada suatu metode berbeda dengan harga tersebut, maka metode tersebut tidak dapat digunakan dalam menentukan harga opsi.²¹

Model *Black-Scholes* memiliki nilai pasti, mengingat beberapa parameter yang digunakan menjadi hal penting dalam penentuan harga opsi tersebut. *Aproksimasi* model *Black-Scholes* memberikan nilai pasti untuk harga opsi, dimana model *Black-Scholes* dalam penentuan harga opsi memberikan harga pasar yang *relatif* jauh lebih meyakinkan untuk menentukan harga opsi apapun.²²

Adapun rumus untuk menentukan harga opsi put pada tipe Eropa adalah sebagai berikut:

$$P = Ke^{-rT}N(d_2) - S_0N(d_1) \quad (2.16a)$$

Bukti:

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (2.16b)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\tau^2}{2}\right)T}{\tau\sqrt{T}} \quad (2.16c)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - \frac{\tau^2}{2}\right)T}{\tau\sqrt{T}} \quad (2.16d)$$

²¹Zur Erlangung Des Grades, *Black-Scholes Type Equation, Mathematical Analysis, Parameters Identification and Numerical Solution* (Berlin, 2005), h. 31.

²²Hull John, *Option Futures and Other Derivatis* (Toronto, 2000), h. 281.

$$\begin{aligned}
d_1 - d_2 &= \frac{2\left(\frac{\tau^2}{2}\right)T}{\tau\sqrt{T}} \\
&= \tau\sqrt{T} \\
d_1 &= \tau\sqrt{T} + d_2
\end{aligned} \tag{2.16e}$$

$$N(d_1) = N(d_2 + \tau\sqrt{T}) \quad \text{substitusi kepersamaan (2.16a)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(d_2 + \tau\sqrt{T})^2}{2}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(d_2^2 + 2d_2\tau\sqrt{T}) + (\tau\sqrt{T})^2}{2}} \\
&= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{d_2^2}{2} + d_2\tau\sqrt{T} + \frac{(\tau\sqrt{T})^2}{2}\right)} \\
&= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-d_2^2}{2}} \cdot e^{-(d_2\tau\sqrt{T} + \frac{1}{2}(\tau\sqrt{T})^2)}
\end{aligned}$$

$$N(d_1) = N(d_2) \cdot e^{-(d_2\tau\sqrt{T} + \frac{1}{2}\tau^2 T)} \tag{2.16f}$$

Substitusi persamaan (2.16d) ke persamaan (2.16b)

$$\begin{aligned}
d_2 + \tau\sqrt{T} &= \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\tau^2}{2}\right)T}{\tau\sqrt{T}} \\
\tau\sqrt{T}(d_2 + \tau\sqrt{T}) &= \ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\tau^2}{2}\right)T \\
d_2\tau\sqrt{T} + \tau^2 T - \frac{1}{2}\tau^2 T &= \ln\left(\frac{S}{K}\right) + rT
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_2 \tau \sqrt{T} + \frac{1}{2} \tau^2 T &= \ln \left(\frac{S}{K} \right) + rT \\
-(d_2 \tau \sqrt{T} + \frac{1}{2} \tau^2 T) &= -\ln \left(\frac{S}{K} \right) + rT
\end{aligned} \tag{2.16g}$$

Substitusi persamaan (2.16f) ke persamaan (2.16e)

$$\begin{aligned}
N(d_1) &= N(d_2) \cdot e^{-\ln \left(\frac{S}{K} \right) - rT} \\
&= N(d_2) \cdot e^{-\ln \left(\frac{S}{K} \right)} \cdot e^{-rT} \\
&= N(d_2) \cdot e^{\ln \left(\frac{K}{S} \right)} \cdot e^{-rT} \\
&= N(d_2) \frac{K}{S} \cdot e^{-rT}
\end{aligned}$$

Maka : $SN(d_1) = Ke^{-rT}N(d_2)$

Sehingga : $P(S, T) = Ke^{-rT}N(d_2) - S_0N(d_1)$ (2.16h)

D. Opsi

Selain *futures*, produk *derivatif* dasar lainnya yang memberikan fasilitas manajemen risiko adalah kontrak opsi (*option*). Opsi pertama kali secara resmi diperdagangkan melalui *Chicago Board Exchange* (CBOE) pada tahun 1973.

Opsi merupakan sebuah kontrak antara dua pihak dengan ketentuan pihak yang membeli kontrak (*taker*) mempunyai hak bukan kewajiban, untuk membeli atau menjual sejumlah tertentu instrumen yang menjadi dasar kontrak tersebut pada harga tertentu dalam jangka waktu tertentu. Untuk mendapatkan hak

tersebut, maka pihak *taker* membayar sejumlah premi kepada si penjual kontrak (*writer*).

Berdasarkan hak pemegangnya, opsi yang diperdagangkan di bursa terbagi menjadi dua jenis, yaitu *call option* dan *put option*. *Call option* atau opsi beli memberi hak (bukan kewajiban) kepada pemegang opsi (*taker*) untuk membeli sejumlah tertentu dari sebuah *instrumen* yang menjadi dasar kontrak tersebut dengan harga *exercise* yang ditetapkan dimuka. Sebaliknya, *put option* atau opsi jual memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegangnya (*taker*) untuk membeli sejumlah tertentu dari sebuah instrumen yang menjadi dasar kontrak tersebut dengan harga *exercise* yang ditetapkan dimuka. Aset yang menjadi dasar sebuah kontrak opsi disebut *underlying asset*.

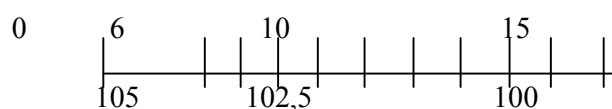
Harga *exercise* atau harga *strike* merupakan harga yang telah disepakati dimuka dalam kontrak opsi tersebut. Adapun *expiration date* atau tanggal jatuh tempo merupakan waktu yang disepakati kapan dapat dilaksanakannya transaksi opsi atau tanggal berakhirnya hak opsi. Jika *taker* melaksanakan haknya untuk membeli atau menjual, maka dikenal dengan istilah *exercise*.

Karena opsi memberikan hak namun tidak disertai kewajiban, maka pemegangnya (*taker*) akan meng*exercise* hanya jika menguntungkan baginya. Tidak adanya kewajiban untuk meng*exercise* memberikan tambahan *fleksibilitas*. Hal ini merupakan kelebihan utama kontrak opsi dibandingkan kontrak *forward* atau *futures*. Pembeli opsi memperoleh hak tersebut dengan membayar premi kepada penjual. Premi tersebut tidak dapat dikembalikan walaupun hak opsinya tidak di *exercise*. Karena itu, kemungkinan kerugian maksimum bagi pembeli opsi

adalah sebatas pada premi yang dibayar. Kerugian ini terjadi jika dia memilih untuk tidak *exercising* opsi tersebut. Dalam hal lainnya, perdagangan opsi di bursa hampir sama dengan *futures*, misalnya pada metode perdagangan dan *spesifikasi* kontrak. Selanjutnya, opsi tipe Eropa memberikan kesempatan kepada *taker* untuk *exercising* haknya hanya pada saat tanggal jatuh tempo.²³

E. Opsi jual (*Put Option*)

Hak jual (*put option*) adalah suatu kontrak dimana pembeli (*taker*) diberi hak oleh penjual (*writer*) untuk menjual saham acuan (*underlying stock*) dalam jumlah dan harga pelaksanaan (*strike/exercise price*) tertentu dan berlaku pada waktu tertentu. *Taker* berhak sepenuhnya untuk *exercising* hak jualnya atau tidak, sampai dengan waktu jatuh tempo. Penjual *put option* (*writer*), wajib untuk membeli saham acuan (*underlying stock*) dalam jumlah dan harga pelaksanaan (*strike/exercise price*) dimaksud kepada pembeli (*taker*) karena telah menerima *put premium* (harga *put option*) dari pembeli *put option* tersebut.



Gambar di atas menggambarkan kontrak opsi saham, dimana apabila tingkat bunga umum naik secara tajam dan diperkirakan oleh pemegang *obligasi* bahwa keadaan ini akan berlangsung dalam jangka panjang, maka *bondholder* akan merasa rugi. Oleh karena itu, *bondholder* atau disebut juga pemegang *obligasi* akan melaksanakan *put option* yang dimilikinya, yaitu menjual kembali

²³Najmudin, *Manajemen Keuangan dan Aktualisasi Syar'iyah Modern* (Cet I; Yogyakarta: Andi, 2011), h. 285-286.

obligasi kepada *bondissuer* dengan harga yang telah disepakati dalam perjanjian *obligasi* (*indenture*). Apabila *put option* dilaksanakan pada tahun ke-6, berarti *bondissuer* harus membayar dengan *kurs* 95 dan jika pada tahun ke-10 harus membayar dengan *kurs* 97,5, dan seterusnya setiap tahun naik 0,5% seperti pada contoh di atas .

Setiap *bondholder* tidak akan mengambil keputusan yang sama dalam hal apakah mereka akan melaksanakan atau tidak melaksanakan opsi tersebut. Dengan kata lain, sebagian *bondholder* akan melaksanakan dan sebagian lagi tidak melaksanakan. Pelaksanaan opsi tersebut, baik *put option* maupun *call option*, selalu membutuhkan dana kas yang harus disediakan oleh penerbit *obligasi*. Pada saat tingkat suku bunga umum sangat rendah, perusahaan akan menerbitkan *obligasi* baru dan dananya dapat digunakan untuk melunasi *obligasi* lama sebagai pelaksanaan *call option*. Cara tersebut disebut dengan *refinancing*.²⁴

Opsi Eropa adalah suatu kontrak keuangan yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegang opsi untuk membeli atau menjual sejumlah aset tertentu pada waktu jatuh tempo dengan harga pelaksanaan yang sudah ditentukan. Harga opsi saham dapat ditentukan melalui model *Black-Scholes* yang mengasumsikan bahwa opsi yang digunakan adalah opsi tipe Eropa. Nilai awal dari bentuk harga opsi adalah sebagai berikut :

$$P(S, T) = \max \{E - S(T), 0\} \quad (2.17)$$

²⁴Samsul Mohamad, *Pasar Modal Dan Manajemen Portofolio* (Cet I; Surabaya: Erlangga, 2006), h. 219-220.

dengan parameter T adalah batas atas waktu jatuh tempo, dan E adalah harga eksekusi.²⁵

F. Metode Dufort-Frankel

Ada beberapa *algoritma alternatif* yang telah dirancang untuk mengatasi masalah *stabilitas algoritma* sederhana. Metode *Dufort Frankel* adalah trik yang *mengeksplotasi stabilitas* tanpa syarat dari metode *intrinsik* untuk persamaan *differensial* sederhana. Adapun *modifikasinya* yaitu :

$$u_j^{n+1} = u_j^{n-1} + \frac{2k\delta t}{\delta x^2} \{u_{j+1}^n - (u_j^{n+1} + u_j^{n-1}) + u_{j-1}^n\} \quad (2.18)$$

yang dapat diselesaikan secara eksplisit untuk u_j^{n+1} di setiap titik.

$$u_j^{n+1} = \left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right) u_j^{n-1} + \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right) (u_{j+1}^n + u_{j-1}^n) \quad (2.19)$$

dimana

$$\alpha = 2 \frac{k\delta t}{\delta x^2} \quad ^{26} \quad (2.20)$$

Pada beberapa titik variasi parameter dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa metode yang lebih baik dalam perhitungan solusi dari beberapa titik yang digunakan adalah metode *Dufort-Frankel*. Pada beberapa kasus pun, dapat dilihat pada penyelesaian persamaan *Adveksi Diffusi 2-D*, metode beda hingga *Dufort-Frankel* yang digunakan dapat dikatakan konsisten dan juga dikatakan stabil.²⁷

Adapun *diskritisasi* untuk model *Black-Scholes* pada metode *Dufort-Frankel* adalah sebagai berikut :

²⁵Eiteman David, *Manajemen Keuangan Multinasional*, h. 104-110.

²⁶Nurman Fadi. *Metode Beda Hingga Dufort-Frankel* (2010), h. 5.

²⁷Alman. *Penyelesaian Numerik Persamaan Adveksi Difusi 2-D Untuk Transfer Polutan Dengan Menggunakan Metode Beda Hingga Dufort Frankel* (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2011), h. 10.

$$V(S_i, t_{j+1}) = V(S_i, t_j) + \Delta t \frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial t} + O(\Delta t)^2 \quad (2.21a)$$

$$V(S_i, t_{j-1}) = V(S_i, t_j) - \Delta t \frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial t} + O(\Delta t)^2 \quad (2.21b)$$

$$V(S_{i+1}, t_j) = V(S_i, t_j) - h_i \frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial S} + \frac{h_i^2}{2} \frac{\partial^2 V(S_i, t_j)}{\partial S^2} + O(h_i^3) \quad (2.21c)$$

$$V(S_{i-1}, t_j) = V(S_i, t_j) - h_i - 1 \frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial S} + \frac{h_i^2 - 1}{2} \frac{\partial^2 V(S_i, t_j)}{\partial S^2} - O(h_i^3 - 1) \quad (2.21d)$$

$$\frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial t} = \frac{V(S_i, t_{j+1}) - V(S_i, t_{j-1})}{\Delta t} + O(\Delta t) = D_i^+ V(S_i, t_j) + O(\Delta t) \quad (2.21e)$$

$$\frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial t} = \frac{V(S_i, t_{j+1}) - V(S_i, t_{j-1})}{\Delta t} + O(\Delta t) = D_i^- V(S_i, t_j) + O(\Delta t) \quad (2.21f)$$

$$\frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial S} = \frac{V(S_{i+1}, t_{j+1}) - V(S_i, t_j)}{h_i} + O(h_i) = D_s^+ V(S_i, t_j) + O(h_i) \quad (2.21g)$$

$$\frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial S} = \frac{V(S_i, t_{j+1}) - V(S_{i-1}, t_{j+1})}{h_i - 1} + O(h_i) = D_s^- V(S_i, t_j) + O(h_i) \quad (2.21h)$$

$$\frac{\partial V(S_i, t_j)}{\partial S} = \frac{V(S_{i+1}, t_j) - V(S_{i-1}, t_j)}{h_i + h_i - 1} + O(h_i + h_i - 1) = D_s V(S_i, t_j) + O(h_i + h_i - 1) \quad (2.21i)$$

$$\frac{\partial^2 V(S_i, t_j)}{\partial S^2} + \frac{D_s^+ V(S_i, t_j) - D_s^- V(S_i, t_j)}{h_i - 1} + O(h_i + h_i - 1) = D_s^2 V(S_i, t_j) + O(h_i + h_i - 1) \quad (2.21j)$$

$$D_s^- V(S_i, t_j) = \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 D_s^2 V(S_i, t_j) - r S D_s V(S_i, t_j) + r V_{i,j} = T_{i,j} \quad (2.21k)$$

$$\frac{V_{i,j+1} - V_{i,j}}{\Delta t} - \frac{1}{2} \sigma^2 S_i^2 \left(\frac{2}{h_i(h_i + h_i - 1)} V_{i+1,j} - \frac{2}{h_i h_i - 1} V_{i,j} + \frac{2}{h_i - 1(h_i + h_i - 1)} V_{i-1,j} \right) - r S_i \left(\frac{V_{i+1,j} - V_{i-1,j}}{h_i + h_i - 1} \right) + r V_{i,j} \quad (2.21l)$$

$$V^{n+1} = N V^{n-1} - M V^n - P \quad (2.21m)^{28}$$

²⁸Sweilam. *Journal Of Calculus and Applications*, h. 3-4.

G. *Strike Price dan Tingkat Suku Bunga*

1. *Strike Price*

Dalam keuangan, *strike price* (harga pelaksanaan) dari sebuah pilihan adalah tetap harga di mana pemilik opsi dapat membeli (dalam kasus panggilan), atau menjual (dalam kasus *put*), keamanan yang mendasari atau komoditas. *Strike price* mungkin diatur dengan mengacu pada harga *spot* (harga pasar) dari keamanan yang mendasari atau *komoditas* pada hari opsi diambil, atau mungkin tetap di *diskon* atau *premium*. *Strike price* adalah salah satu elemen yang paling penting dari pilihan harga. Pada tanggal kadaluarsa, selisih antara harga pasar saham dan *strike price* opsi mewakili jumlah keuntungan yang diperoleh dengan berolahraga pilihan.²⁹

2. Tingkat Suku Bunga

Tingkat suku bunga adalah bunga dari penggunaan dana *investasi*. Tingkat suku bunga merupakan salah satu indikator dalam menentukan apakah seseorang akan melakukan *investasi* atau menabung. Pengertian lain tentang tingkat suku bunga adalah sebagai harga dari penggunaan uang untuk jangka waktu tertentu. Pengertian tingkat bunga sebagai harga dinyatakan sebagai harga yang harus dibayar apabila terjadi pertukaran antara satu rupiah sekarang dan satu rupiah nanti.³⁰

²⁹Atmadja Wendi. *Strike Price* (UTS, 2010), h.3.

³⁰Dila fitria. *Return Saham* (UNPAD, 2011) h. 5.

H. Matriks

Matriks adalah susunan segi empat siku-siku dari bilangan-bilangan/*skalar-skalar* atau fungsi yang dibatasi dengan tanda kurung. Bilangan-bilangan dalam susunan tersebut dinamakan *entri* atau *elemen* dalam matriks.

Bentuk umum dari matriks $A_{m \times n}$ adalah :

$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Baris-baris dari matriks A seperti diatas adalah m deret *horizontal* yang terdiri dari *skalar-skalar* :

$$(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}), (a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n}), \dots, (a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mn})$$

Dan kolom-kolom dari matriks A adalah n deretan *vertikal* yang terdiri dari *skalar-skalar* :

$$\begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \vdots \\ a_{m2} \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix}$$

Suatu matriks dengan m baris dan n kolom dikatakan sebagai matriks m kali n atau matriks tersebut berukuran (berordo) $m \times n$. Pasangan bilangan m kali n disebut ukuran matriks. Ukuran matriks dijelaskan dengan menyatakan banyaknya baris (garis horizontal) dan banyaknya kolom (garis vertikal) yang terdapat dalam matriks tersebut.

Dua matriks dikatakan sama jika kedua matriks tersebut mempunyai ukuran yang sama dan *entri-entri* yang bersesuaian dalam kedua matriks tersebut sama.³¹

Operasi-operasi pada matriks antara lain sebagai berikut :

1. Penjumlahan Matriks

Jika $A = [a_{ij}]$ dan $B = [b_{ij}]$ adalah sebarang dua matriks yang berukuran sama, misalkan $n \times m$, maka jumlah matriks A dan matriks B adalah matriks yang diperoleh dengan menambahkan bersama-sama *entri* yang bersesuaian dalam kedua matriks tersebut. Matriks-matriks yang ukurannya berbeda tidak dapat ditambahkan.

$$A_{m \times n} + B_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} & \cdots & a_{1n} + b_{1n} \\ a_{21} + b_{21} & a_{22} + b_{22} & \cdots & a_{2n} + b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} + b_{m1} & a_{m2} + b_{m2} & \cdots & a_{mn} + b_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Selisih/Pengurangan Matriks

Jika $A = [a_{ij}]$ dan $B = [b_{ij}]$ adalah sebarang dua matriks yang berukuran sama, maka matriks $A - B$ didefinisikan sebagai jumlah $A + (-B) = A + (-1)B$, atau dapat diperoleh secara langsung dengan mengurangi bersama-sama *entri* yang bersesuaian dalam kedua matriks tersebut. Matriks-matriks yang ukurannya berbeda tidak dapat dikurangkan.

³¹Kusumawati Ririen, *Aljabar Linier dan Matriks* (Cet I; Malang: PT.Malang Press, 2009), h. 11-15.

$$A_{mxn} - B_{mxn} = \begin{bmatrix} a_{11} - b_{11} & a_{12} - b_{12} & \cdots & a_{1n} - b_{1n} \\ a_{21} - b_{21} & a_{22} - b_{22} & \cdots & a_{2n} - b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} - b_{m1} & a_{m2} - b_{m2} & \cdots & a_{mn} - b_{mn} \end{bmatrix}^{32}$$

Pada penelitian ini, digunakan matriks M dan matriks N . Pada matriks tersebut dicari nilai α , β dan γ . Untuk mencari nilai-nilai tersebut maka digunakan rumus :

$$\alpha_j = \frac{\Delta t}{2\Delta S} \left(r - S - \frac{\sigma^2}{2} \right) - \frac{\Delta t}{2\Delta S^2} \sigma^2 \quad (2.34)$$

$$\beta_j = 1 + \frac{\Delta t}{\Delta S^2} \sigma^2 + r\Delta t \quad (2.35)$$

$$\gamma_j = -\frac{\Delta t}{2\Delta S} \left(r - S - \frac{\sigma^2}{2} \right) - \frac{\Delta t}{2\Delta S^2} \sigma^2 \quad (2.36)$$

Dimana : $\Delta t = \frac{T}{N}$

$$\Delta S = \frac{S}{N} \quad 33$$

I. *Distribusi Normal*

Diantara sekian banyak *distribusi*, mungkin *distribusi* normal merupakan *distribusi* yang secara luas banyak digunakan dalam berbagai penerapan. *Distribusi* normal merupakan *distribusi kontinu* yang mensyaratkan variabel yang diukur harus *kontinu*, misalnya tinggi badan, berat badan, *skor IQ*, jumlah curah hujan, hasil ujian, dan lain-lain.³⁴

Sebaran normal yang biasa juga disebut sebaran *Gauss* banyak digunakan dalam pengujian *hipotesis*, teori penaksiran parameter, dan sebaran penyampelan. Asumsi bahwa populasi mempunyai sebaran normal telah melancarkan teori dan metode sehingga banyak persoalan dapat diselesaikan dengan lebih mudah dan

³²Leon Stevan, Aljabar Linear dan Aplikasinya (Cet V; Jakarta: Erlangga, 2001), h. 10-13.

³³Hull John, *Option Futures and Other Derivatis* (Toronto, 2000), h. 234.

³⁴Supranto, *Statistik Teori dan Aplikasi* (Cet VI; Jakarta: Erlangga, 2009), h. 49.

cepat. Model sebaran ini merupakan pendekatan untuk menghitung peluang timbulnya gejala yang diharapkan (gejala sukses) dari sejumlah n kejadian untuk peubah acak yang sifatnya malar.³⁵

Apabila kondisi populasi digambarkan dalam bentuk kurva, dapat dijumpai berbagai macam bentuk kurva. Hal ini tergantung dari kondisi penyebaran *frekuensi skor* yang terkumpul. Pada umumnya kondisi populasi dalam dunia pendidikan berdistribusi normal. Namun, tidak selamanya populasi yang dijumpai akan berdistribusi normal. Oleh karena itu, kita harus hati-hati dalam menghadapi data tersebut. *Analisis statistik* untuk data yang berdistribusi normal akan berbeda, dengan demikian maka *interpretasinya* pun akan dipengaruhi oleh bentuk *distribusinya*.

Data populasi akan berdistribusi normal jika rata-rata nilainya sama dengan modusnya serta sama dengan mediannya. Ini berarti bahwa sebagian nilai (skor) mengumpul pada posisi tengah, sedangkan *frekuensi skor* yang rendah dan yang tinggi menunjukkan kondisi yang semakin seimbang. Oleh karena penurunan *frekuensi* pada *skor* yang semakin rendah dan *skor* yang semakin tinggi adalah seimbang, maka penurunan garis *kurva* kekanan dan kekiri akan seimbang.³⁶

J. Program Matlab

Matlab muncul di dunia bahasa pemrograman yang cenderung dikuasai oleh bahasa yang telah mapan. *Matlab* hadir tidak dengan fungsi dan *karakteristik*

³⁵Tiro Arif, *Pengantar Teori Peluang* (Cet III; Makassar: Andira Publisher, 2011), h. 276.

³⁶Irianto Agus, *Statistik Konsep Dasar Dan Aplikasinya* (Cet I; Jakarta: PRENADA MEDIA, 2004), h. 62.

yang ditawarkan oleh bahasa pemrograman lain. *Matlab* dikembangkan sebagai bahasa pemrograman sekaligus alat *visualisasi* yang menawarkan banyak kemampuan untuk menyelesaikan berbagai kasus yang berhubungan langsung dengan disiplin keilmuan Matematika, seperti bidang rekayasa Teknik, Fisika, Statistika, Komputasi dan Modeling. *Matlab* dibangun dari bahasa induknya yaitu bahasa C, namun dengan hubungan langsungnya terhadap bahasa C, *Matlab* memiliki kelebihan-kelebihan bahasa C bahkan mampu berjalan pada semua *platform* sistem operasi tanpa mengalami perubahan *sintak* sama sekali.³⁷

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. *Matlab* memiliki kemampuan mengintegrasikan komputasi, *visualisasi*, dan pemrograman. Oleh karenanya, *Matlab* banyak digunakan dalam bidang *riset-riset* yang memerlukan komputasi numerik yang kompleks. Penggunaan *Matlab* meliputi bidang–bidang:

1. Matematika dan Komputasi
2. Pembentukan *Algorithm*
3. Akusisi Data
4. Pemodelan, simulasi, dan pembuatan *prototype*
5. Analisa data, *explorasi*, dan *visualisasi*
6. Grafik Keilmuan dan bidang Rekayasa

Matlab merupakan kepanjangan dari *Matrix Laboratory*. Sesuai dengan namanya, struktur data yang terdapat dalam *Matlab* menggunakan matrik atau *array* berdimensi dua. Oleh karenanya, penguasaan teori matriks mutlak

³⁷Abdia Gunaydi, *Matlab* (Cet I; Bandung: INFORMATIKA, 2006), h. 1.

diperlukan bagi pengguna pemula *Matlab* agar mudah dalam mempelajari dan memahami operasi-operasi yang ada di *Matlab*.³⁸

Kehadiran *Matlab* memberikan jawaban sekaligus tantangan. *Matlab* menyediakan beberapa pilihan untuk dipelajari. Kemudahan yang ditawarkan sama sekali bukan tandingan bahasa pemrograman lain, karena bahasa pemrograman lain memang tidak menawarkan kemudahan serupa. *Matlab* memang dihadirkan bagi orang-orang yang tidak ingin disibukkan dengan rumitnya *sintak* dan alur logika pemrograman, sementara pada saat yang sama membutuhkan hasil komputasi dan *visualisasi* yang maksimal untuk mendukung pekerjaannya. Selain itu, *Matlab* juga memberikan keuntungan bagi *programmer-developer* program yaitu menjadi program pembanding yang sangat handal, hal tersebut dapat dilakukan karena kekayaannya akan fungsi Matematika, Fisika, Statistik dan *Visualisasi*.³⁹

K. Objek Penelitian

PT. Astra International Tbk Toyota *Sales Operation* adalah perusahaan swasta Nasional yang berfungsi sebagai *dealer* kendaraan merk Toyota, yang berdiri pada tanggal 20 Februari 1957 di Bandung dan dikelola serta dipimpin oleh William Soeryadjaja, Tjian Kian Tie dan Liem Peng Hong. Pada tahun 1965, PT.Astra International, Tbk Toyota Sales Operation memusatkan kantor pusatnya di Jakarta, dan kantor Bandung dijadikan sebagai cabang pertama. Untuk memperlancar jalannya distribusi maka dibentuk beberapa cabang, perwakilan dan

³⁸Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. *Pengenalan Matlab* (EEPIS-IT, 2011), h. 1.

³⁹Abdia Gunaydi, *Matlab*, h. 2.

pengangkatan *dealer* di kota-kota yang dianggap penting. Sejalan dengan semakin berkembangnya perekonomian dan pembangunan di Indonesia, yang tadinya memasarkan beraneka ragam produk, satu demi satu melepaskan diri dan berkembang menjadi perusahaan baru yang mempunyai cabang di berbagai kota.

Tanggal 1 Juli 1969, PT. Astra International Tbk Toyota Sales Operation mendapat pengakuan resmi dari Pemerintah Indonesia sebagai *agen* tunggal kendaraan bermotor *merk* Toyota untuk seluruh Indonesia. Pada tahun 1970 PT. Astra International Tbk Toyota Sales Operation membentuk Toyota Division yang khusus menangani *distribusi* dan pemasaran kendaraan *merk* Toyota.⁴⁰

Pada tanggal 20 Februari 1957, William Soeryadjaya dan adiknya Tjia Kian Tie mendirikan sebuah perusahaan *ekspor* dan *impor* dengan nama PT. Astra International Inc. Nama Astra sendiri berasal dari kata “Astrea”, nama dewi dalam mitologi Yunani, putri Dewa Zeus dan Dewi Themis. Dewi Astrea merupakan dewi terakhir yang menarik diri ke angkasa kemudian menjadi bintang yang bersinar terang dalam gugusan bintang *Virgo*. Dengan simbolisasi itu diharapkan Astra dapat terus menjelajahi dunia dan tumbuh menjadi perusahaan yang tangguh, sehat dan berusaha mencapai hasil yang terbaik, sehingga dapat bertahan, sekalipun dalam kompetisi ketat dalam dunia bisnis yang makin ketat.

Astra yang pada mulanya hanyalah perusahaan kecil kini telah berkembang dengan pesatnya. Berbagai bidang bisnis telah dimasukinya hingga telah mencapai puluhan perusahaan sehingga menjadikan Astra 61 sebagai salah satu perusahaan yang *vital* bagi bangsa dan negara. Lingkup usaha Grup Astra

⁴⁰Fitria Devi. *Sejarah PT.Astra Internasional Tbk* (Universitas Al-Azhar Indonesia, 2010), h. 59.

yang luas meliputi produksi, *distribusi*, penjualan dan penyewaan kendaraan bermotor, jasa keuangan, sumber daya alam serta teknologi informasi dan peralatan kantor. Dalam *industri otomotif* nasional, nama Astra telah identik dengan berbagai *merk* kendaraan bermotor terkemuka seperti Toyota, Daihatsu, Isuzu, BMW, Peugeot, Nissan Diesel dan sepeda motor Honda. Kepemimpinan Astra dalam pasar otomotif mencerminkan prestasi dan keberhasilan yang telah dicapai Astra selama ini.⁴¹

PT. Astra International Tbk adalah induk perusahaan Grup Astra yang didirikan pada tahun 1957. Didukung oleh tim manajemen *profesional* yang menjunjung tinggi asas transparansi dalam segala tindakannya, kini Grup Astra telah tumbuh menjadi salah satu kelompok usaha terkemuka di Indonesia.⁴²

L. Saham dan Obligasi dalam tinjauan Islam

Pada dasarnya, pasar modal merupakan pasar untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang bisa diperjual belikan, baik dalam bentuk utang ataupun modal sendiri. *Instrumen-instrumen* keuangan yang diperjualbelikan di pasar modal seperti saham dan *obligasi*.

1. Saham

Saham bukan fakta yang berdiri sendiri, namun terkait dengan pasar modal sebagai tempat perdagangannya dan juga terkait dengan perusahaan publik (perseroan terbatas/PT) sebagai pihak yang menerbitkannya. Saham

⁴¹Azhan Azkari. *Sejarah dan Perkembangan PT.Astra* (Universitas Indonesia. 2011), h. 76.

⁴²Rayi sezan. *Profil PT.Astra Internasional Tbk* (Universitas Malang. 2010), h. 46.

merupakan salah satu *instrumen* pasar modal. Dalam pasar modal, *instrumen* yang diperdagangkan adalah surat-surat berharga, seperti saham dan *obligasi*. Saham adalah surat berharga yang merupakan tanda penyertaan modal pada perusahaan yang menerbitkan saham tersebut. Dalam Keppres RI No. 60 tahun 1988 tentang Pasar Modal, saham didefinisikan sebagai surat berharga yang merupakan tanda penyertaan modal pada perseroan terbatas sebagaimana diatur dalam KUHD.⁴³

Disebutkan dalam Q.S. An-Nisa ayat 59 yang berbunyi:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اطِيعُوْا اللّٰهَ وَاَطِيعُوْا الرَّسُوْلَ وَاُوْلٰى الْاَمْرِ مِنْكُمْ ۚ فَاِنْ تَنٰزَعْتُمْ فِيْ شَيْءٍ فَرُدُّوْهُ اِلَى اللّٰهِ وَالرَّسُوْلِ ۚ اِنْ كُنْتُمْ تُؤْمِنُوْنَ بِاللّٰهِ وَالْيَوْمِ الْاٰخِرِ ۚ ذٰلِكَ خَيْرٌ وَّاَحْسَنُ تَاْوِيْلًا ﴿٥٩﴾

Terjemahnya:

“Hai orang-orang yang beriman, taatilah Allah dan taatilah Rasul (Nya), dan *ulil amri* di antara kamu. kemudian jika kamu berlainan Pendapat tentang sesuatu, Maka kembalikanlah ia kepada Allah (al-Qur’an) dan Rasul (sunnahnya), jika kamu benar-benar beriman kepada Allah dan hari kemudian. yang demikian itu lebih utama (bagimu) dan lebih baik akibatnya”.⁴⁴

Secara berurut dinyatakan-Nya, *wahai orang-orang yang beriman, taatilah Allah* dalam perintah-perintah-Nya yang tercantum dalam al-Qur’an *dan taatilah Rasul-Nya*, yakni Muhammad saw. dalam segala macam perintahnya, baik perintah melakukan sesuatu maupun perintah untuk tidak melakukannya, sebagaimana tercantum dalam sunnahnya yang sah, *dan perkenankan juga perintah ulil amri*, yakni yang berwenang menangani urusan-urusan kamu, selama mereka merupakan bagian *diantara kamu*, wahai orang-orang mukmin dan selama

⁴³Fina. *Pasar Modal dan Saham Menurut Islam* (Universitas Malang. 2011), h. 166.

⁴⁴Departemen Agama RI, *Al-Qur’an dan Terjemahnya*, h. 87.

perintahnya tidak bertentangan dengan perintah Allah swt. atau perintah Rasul-Nya. *Maka, jika kamu tarik-menarik*, yakni berbeda pendapat tentang sesuatu karena kamu tidak menemukan secara tegas petunjuk Allah swt. dalam al-Qur'an dan tidak juga petunjuk Rasul dalam sunnah yang sahih, *maka kembalikanlah ia kepada* nilai-nilai dan jiwa firman Allah swt. yang tercantum dalam al-Qur'an, serta nilai-nilai *dan* jiwa tuntunan Rasul saw. yang kamu temukan dalam sunnahnya, *jika kamu benar-benar beriman* secara mantap dan bersinambung *kepada Allah dan hari Kemudian*. Yang demikian itu, yakni sumber hukum ini, adalah *baik* lagi sempurna, sedang selainnya buruk atau memiliki kekurangan *dan*, di samping itu, ia juga *lebih baik akibatnya*, baik untuk kehidupan dunia kamu maupun kehidupan akhirat kelak.⁴⁵

Adapun maksud dari ayat tersebut di atas adalah bahwasanya manusia memang tidak bisa mengklaim sebagai yang paling benar, tapi sesungguhnya al-Qur'an itu tidak ada keraguan bagi orang yang takwa serta mentaati Nabi itu adalah perintah dari al-Qur'an. Al Qur'an dikenal juga sebagai al-Furqon, yang membedakan mana yang hak dengan yang batil. Untuk itu, kita harus berpedoman pada al-Qur'an dan Hadits, bukan cuma berdasarkan pendapat kita sendiri. Ada yang berpendapat bahwa jual-beli saham halal dengan alasan sama dengan jual-beli barang lainnya seperti buah atau beras. Hal tersebut kurang tepat. Saham itu baik barang maupun nilainya tidak jelas, sehingga membeli atau

⁴⁵Shihab Quraish. *Tafsir Al-Misbah* (Cet V; Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 583-588.

menjualnya adalah tindakan yang *spekulatif*. Dimana buah saja meskipun halal, tapi jika kondisinya belum jelas dilarang diperjual-belikan.⁴⁶

2. *Obligasi*

Dalam perdagangan, *obligasi* atau surat berharga terdapat beberapa *karakteristik* antara lain: nilai *nominal*, tingkat suku bunga, jatuh tempo dan penerbit. Untuk jenis *obligasi* tanpa bunga tidak terdapat bunga yang dapat diberikan sebagai imbalan bagi *investor* sebagaimana *obligasi* pada umumnya, tetapi menggunakan *diskon* atau potongan harga di awal penerbitannya sebagai ganti dari bunga. Tanpa melakukan apapun dengan hanya membeli *obligasi* tanpa bunga nilai uang yang diinvestasikan akan bertambah dengan sendirinya pada saat jatuh tempo.

Pada saat jatuh tempo, *obligasi* tanpa bunga ini akan dibeli kembali oleh perusahaan yang telah menerbitkan *obligasi* dengan kata lain perusahaan atau pemerintah menerbitkan *obligasi* dan membeli kembali *obligasi* tersebut dari *investor* baik itu pemilik *obligasi* yang pertama maupun pemilik berikutnya.

Perdagangan *obligasi* ini berbeda dari perdagangan pada umumnya karena saat perusahaan atau pemerintah menerbitkan *obligasi* dan menjualnya kepada *investor* maka penerbit mempunyai kewajiban untuk membeli kembali atau biasa disebut dengan istilah *buyback obligasi* tersebut pada saat jatuh tempo. Adapun jumlah yang dibayar saat jatuh tempo sesuai dengan *nominal* yang tertera di dalam surat *obligasi* tersebut.⁴⁷

⁴⁶Dea Riana. *Saham dalam Islam* (UTS, 2010), h.8.

⁴⁷Chandra Ivan. *Obligasi dalam Islam* (UNPAD. 2011), h. 67.

Disebutkan dalam Q.S. Al-Baqarah ayat 275 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَأْكُلُونَ الرِّبَا لَا يَقُومُونَ إِلَّا كَمَا يَقُومُ الَّذِي يَتَخَبَّطُهُ الشَّيْطَانُ مِنَ
الْمَسِّ ۚ ذَٰلِكَ بِأَنَّهُمْ قَالُوا إِنَّمَا الْبَيْعُ مِثْلُ الرِّبَا ۚ وَأَحَلَّ اللَّهُ الْبَيْعَ وَحَرَّمَ الرِّبَا ۚ
فَمَنْ جَاءَهُ مَوْعِظَةٌ مِنْ رَبِّهِ فَانْتَهَىٰ فَلَهُ مَا سَلَفَ وَأَمْرُهُ إِلَى اللَّهِ وَمَنْ عَادَ
فَأُولَٰئِكَ أَصْحَابُ النَّارِ ۖ هُمْ فِيهَا خَالِدُونَ ﴿٢٧٥﴾

Terjemahnya:

“Orang-orang yang makan (mengambil) riba[174] tidak dapat berdiri melainkan seperti berdirinya orang yang kemasukan syaitan lantaran (tekanan) penyakit gila[175]. Keadaan mereka yang demikian itu, adalah disebabkan mereka berkata (berpendapat), Sesungguhnya jual beli itu sama dengan riba, Padahal Allah swt. telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba. orang-orang yang telah sampai kepadanya larangan dari Tuhannya, lalu terus berhenti (dari mengambil riba), Maka baginya apa yang telah diambilnya dahulu[176] (sebelum datang larangan); dan urusannya (terserah) kepada Allah swt. orang yang kembali (mengambil riba), Maka orang itu adalah penghuni-penghuni neraka; mereka kekal di dalamnya”.⁴⁸

Tafsiran ayat tersebut di atas adalah *orang-orang yang makan*, yakni bertransaksi dengan *riba*, baik dalam bentuk memberi ataupun mengambil, *tidak dapat berdiri*, yakni melakukan aktivitas, *melainkan seperti berdirinya orang yang dibingungkan oleh sehingga ia tak tahu arah* disebabkan oleh *sentuhan(nya)*. Kaum musyrikin mempersamakan riba dengan jual beli. Ayat ini menyampaikan ucapan mereka yang menyatakan, “jual beli tidak lain kecuali sama dengan riba”. Mereka berkata “Padahal Allah swt. telah menghalalkan jual beli dan mengharamkan riba”. Hal tersebut dikarenakan *substansi* keduanya yang sungguh berbeda. “Maka, barangsiapa yang telah sampai kepadanya peringatan

⁴⁸Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, h. 47.

*dari Tuhannya, lalu berhenti (dari praktik riba)”, dimana kata dari Tuhannya memberi kesan bahwa yang dinasihatkan itu pastilah benar dan bermanfaat sehingga seorang mukmin yang benar-benar percaya kepada-Nya pasti akan mengindahkan peringatan itu, sebaliknya yang menghalalkan riba, mempersamakannya dengan jual beli, atau melakukan *transaksi* atas dasar riba, maka berarti dia tidak percaya kepada Allah swt. sehingga mengabaikan nasihat-Nya. Yang memperkenankan peringatan Allah swt. lalu berhenti melakukan praktik riba, maka baginya apa yang telah diambilnya dahulu sebelum datang larangan, dan urusannya kembali kepada Allah swt.*

Ayat ini membolehkan menggunakan hasil yang telah mereka peroleh, tetapi itu adalah yang terakhir. Karena *urusannya kembali kepada Allah swt.*, maka jika dia menyerahkan diri kepada Allah swt. sambil mengindahkan perintah-Nya, dia tidak perlu khawatir atau gelisah. *Adapun yang kembali bertransaksi riba setelah peringatan itu datang, maka orang itu adalah penghuni-penghuni neraka, mereka kekal di dalamnya.*⁴⁹

Adapun maksud dari ayat tersebut di atas adalah Sebagian besar ulama Islam *kontemporer* melarang jual beli *obligasi konvensional* dalam semua jenis dan secara keseluruhan, serta menganggap bahwa hukumnya haram mutlak. Para ulama yang berpendapat seperti itu adalah Syaikh Shaltut, Muhammad Yusuf Mussa, Syaikh Yusuf Qardawi, Abdul Aziz al Kahiat, Ali al Salus, dan Saleh Marzuki dengan memberi petunjuk *fiqih* yang menjadi dasar keluarnya fatwa

⁴⁹Shihab Quraish. *Tafsir Al-Misbah* (Cet IV; Jakarta: Lentera Hati, 2002), h. 715-722.

larangan tersebut. *Obligasi konvensional* yang dikeluarkan oleh perusahaan atau pemerintah dianggap sama seperti utang yang di dalamnya terdapat bunga. Bunga ini bisa dikategorikan sebagai riba *nasi'ah* yang diharamkan oleh Islam. Utang *obligasi* sama dengan deposito yang disimpan dalam bank, dan hitungan bunga atas *obligasi* dianggap sama dengan bunga *deposito*, walaupun uang dari *obligasi* itu bisa diinvestasikan secara khusus setelah diserahkan kepada pihak yang mengeluarkan *obligasi* serta dijamin atas pengembaliannya setelah jatuh tempo *plus* tambahnya (bunga). Cara ini dianggap sama saja dengan utang yang dipakai untuk produksi yang dikenal di zaman jahiliah dan diharamkan oleh Al-Qur'an dan Sunah.⁵⁰

⁵⁰Syamsuddin. *Obligasi dalam Tinjauan Islam* (UNPAD, 2011), h. 8.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian terapan. Penelitian terapan adalah salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara *praktis*. Penelitian ini tidak berfokus pada pengembangan sebuah ide, teori, atau gagasan, tetapi lebih berfokus kepada aplikasi dari penelitian tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari <http://www.yahoo.finance.com>.

C. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah terhitung sejak proposal disetujui selama periode bulan Agustus sampai dengan Desember 2015 dan lokasi penelitian bertempat di Perpustakaan Umum UIN Alaluddin.

D. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data harga saham harian PT.Astra Internasional Tbk sebanyak 32 data selama 30 hari melalui <http://www.yahoo.finance.com>.

2. Mencari *return* harga saham dengan menggunakan *formulasi* sebagai berikut :

$$r = \ln \left(\frac{S(i)}{S(i-1)} \right)$$

3. Mencari standar *deviasi* dengan menggunakan *formulasi* sebagai berikut :

$$S_{ri} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$$

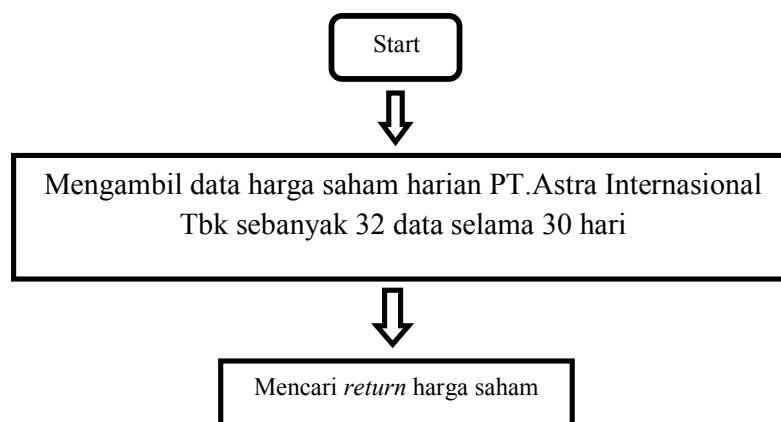
4. Menghitung *volatilitas* harga saham dengan *formulasi* sebagai berikut :

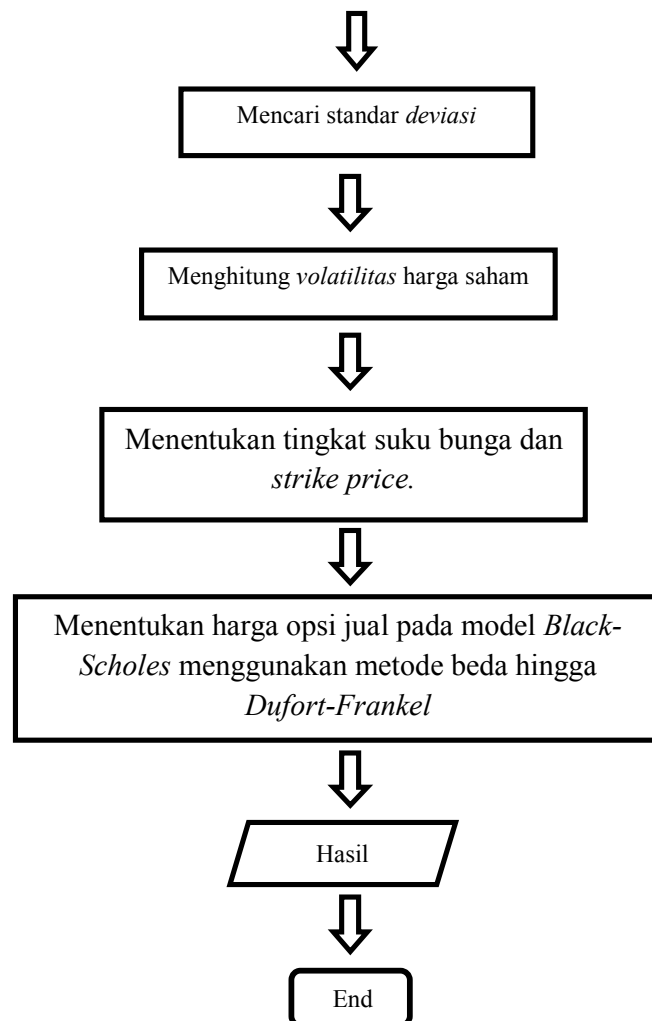
$$\sigma = \frac{S_{ri}}{\sqrt{\tau}}$$

5. Menentukan tingkat suku bunga dan *strike price*.
6. Menentukan harga opsi jual pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* :

$$V^{n+1} = MV^n - NV^{n-1} - P$$

E. Flowchart





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data Harga Saham

Penelitian ini menggunakan data harga saham penutupan harian PT.Astra Internasional Tbk sebanyak 32 data dengan jangka waktu selama 30 hari. Data yang digunakan adalah data harga saham penutupan harian yang diperoleh dari situs <http://www.finance.yahoo.com>. Adapun data harga saham penutupan harian disajikan di bawah ini :

Tabel 4.1.Harga Penutupan Saham Harian PT.Astra Internasional Tbk

No	Tanggal	Harga Penutupan
1	9 November 2015	19,325
2	10 November 2015	18,700
3	11 November 2015	18,000
⋮	⋮	⋮
29	17 Desember 2015	16,450
30	18 Desember 2015	16,025

Sumber : <http://www.finance.yahoo.co.id>

2. Return harga saham

Jika i sebagai interval waktu pengamatan, S_i sebagai harga saham pada waktu ke i , dan r_i sebagai *return* harga saham ke i , maka r_i dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{(i)} = \ln \left(\frac{S(i)}{S(i-1)} \right)$$

Untuk :

$i = 1$, maka:

$$r_{(1)} = \ln \left(\frac{19,325}{0} \right) = \ln 0 = \text{tak terdefinisi}$$

Untuk $i = 2$, maka:

$$r_{(2)} = \ln \left(\frac{18,700}{19,325} \right) = \ln (0,967658473) = -0,032876071$$

Untuk $i = 3$, maka:

$$r_{(3)} = \ln \left(\frac{18,000}{18,700} \right) = \ln (0,962566845) = -0,038151766$$

Untuk $i = 4$, maka:

$$r_{(4)} = \ln \left(\frac{18,550}{18,000} \right) = \ln (1,030555556) = 0,030098031$$

Untuk $i = 5$, maka:

$$r_{(5)} = \ln \left(\frac{18,050}{18,550} \right) = \ln (0,973045822) = -0,027324104$$

⋮

Untuk $i = 29$, maka:

$$r_{(29)} = \ln \left(\frac{16,450}{16,200} \right) = \ln (1,015432099) = 0,015314235$$

Untuk $i = 30$, maka:

$$r_{(30)} = \ln \left(\frac{16,025}{16,450} \right) = \ln (0,974164134) = -0,026175474$$

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan *Return* Harga Saham

Harga Penutupan	<i>Nilai Return</i>
19,325	Tak terdefinisi
18,7	-0,032876071
18	-0,038151766
18,55	0,030098031
18,05	-0,027324104
18,075	0,001384083
18,35	0,015099806
18,125	-0,012337374
18,35	0,012337374
18,25	-0,005464494
18,725	0,025694449
18,45	-0,014795159
18,7	0,013459153
18,5	-0,010752792
18,075	-0,023240964
16,95	-0,064261934
17,9	0,054532879
17,9	0
17,65	-0,014064929
17,6	-0,002836881
18,025	0,023860781
17,45	-0,032420035
17,45	0
16,575	-0,051444113
16,575	0
16,475	-0,006051456
16,45	-0,001518603
16,2	-0,015314235
16,45	0,015314235
16,025	-0,026175474

Sumber : Hasil Olahan Manual *return* harga saham

3. Standar *Deviasi* μ_i PT.Astra Internasional Tbk

Apabila n adalah banyaknya data yang diamati, \bar{r} adalah rata-rata dari r_i dan S_{r_i} adalah standar *deviasi* dari r_i sehingga standar *deviasi* dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$S_{r_i} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$$

Dimana : $\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i$

Tabel 4.3 Perhitungan Mencari Nilai Standar *Deviasi*

Tanggal	r_i	$r_i - \bar{r}$	$(r_i - \bar{r})^2$
9 November 2015	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi
10 November 2015	-0,032876071	0,006241653	3,90E-05
11 November 2015	-0,038151766	-0,026634418	0,000709392
12 November 2015	0,030098031	-0,031910113	0,001018255
13 November 2015	-0,027324104	0,036339684	0,001320573
16 November 2015	0,001384083	-0,021082451	0,000444447
17 November 2015	0,015099806	0,007625736	5,82E-05
18 November 2015	-0,012337374	0,021341459	0,000455458
19 November 2015	0,012337374	-0,006095721	3,72E-05
20 November 2015	-0,005464494	0,018579027	0,00034518
23 November 2015	0,025694449	0,000777159	6,04E-07
24 November 2015	-0,014795159	0,031936102	0,001019915
25 November 2015	0,013459153	-0,008553506	7,32E-05
26 November 2015	-0,010752792	0,019700806	0,000388122
27 November 2015	-0,023240964	-0,004511139	2,04E-05
30 November 2015	-0,064261934	-0,016999311	0,000288977
1 Desember 2015	0,054532879	-0,058020281	0,003366353
2 Desember 2015	0	0,060774532	0,003693544
3 Desember 2015	-0,014064929	0,006241653	3,90E-05
4 Desember 2015	-0,002836881	-0,007823276	6,12E-05
7 Desember 2015	0,023860781	0,003404772	1,16E-05
8 Desember 2015	-0,032420035	0,030102434	0,000906157

Tanggal	r_i	$r_i - \bar{r}$	$(r_i - \bar{r})^2$
9 Desember 2015	0	-0,026178382	0,000685308
10 Desember 2015	-0,051444113	0,006241653	3,90E-05
11 Desember 2015	0	-0,04520246	0,002043262
14 Desember 2015	-0,006051456	0,006241653	3,90E-05
15 Desember 2015	-0,001518603	0,000190197	3,62E-08
16 Desember 2015	-0,015314235	0,00472305	2,23E-05
17 Desember 2015	0,015314235	-0,009072582	8,23E-05
18 Desember 2015	-0,026175474	0,021555888	0,000464656
Jumlah			0,018069689
\bar{r}	-0,006241653		

Sumber : Hasil Olahan Manual Perhitungan Mencari Nilai Standar *Deviasi*

Berdasarkan tabel 4.3 diketahui jumlah n pengamatan adalah 30, sehingga S_i menggunakan interval $i=1-30$. Karena itu, standar *deviasi* r_i dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S_{ri} &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{29} \sum_{i=1}^{30} (0,018069689)} \\
 &= \sqrt{0,000623093} \\
 &= 0,024961825
 \end{aligned}$$

Jadi, standar *deviasi* r_i adalah 0,024961825.

4. *Volatilitas* Harga Saham

Apabila σ adalah *volatilitas* harga saham, τ didapat dengan rumus $\frac{1}{T_s}$, dimana T_s adalah jumlah hari perdagangan yang diamati, sehingga untuk menghitung *volatilitas* harga saham dapat digunakan rumus standar *deviasi* r_i sebagai berikut :

$$S_{ri} = \sigma \sqrt{\tau}$$

Atau

$$\sigma = \frac{S_{ri}}{\sqrt{\tau}}$$

Dimana:

$$\tau = \frac{1}{T_s}, T_s = 30 \text{ hari masa perdagangan}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{S_{ri}}{\sqrt{\tau}} \\ &= \frac{0,024961825}{\sqrt{\frac{1}{30}}} \\ &= \frac{0,024961825}{\sqrt{0,033333333}} \\ &= \frac{0,024961825}{0,182574186} \\ &= 0,136721546 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *volatilitas* harga saham selama 30 hari tersebut adalah 0,136721546.

5. Tingkat Suku Bunga

Tingkat suku bunga yang digunakan adalah suku bunga sertifikat Bank Indonesia (SBI) untuk jangka waktu 30 hari yang dihitung dari bulan November-Desember 2015.

Tabel 4.4 Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia

Tanggal	Suku Bunga BI
9 November 2015	2,58%
27 November 2015	2,58%
18 Desember 2015	2,58%

Sumber : <http://www.bi.go.id/>

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan suku bunga 2,58 % per tahun. Karena penelitian ini menggunakan waktu dua bulan, maka suku bunga tersebut diubah kedalam suku bunga dua bulan sehingga menjadi 0,0043.

6. *Strike Price*

Berdasarkan informasi opsi saham PT.Astra Internasional Tbk, yang diperdagangkan pada tanggal 9 November 2015 sampai tanggal 18 Desember 2015, maka nilai *strike price* adalah \$16.

7. Persamaan *Black-Scholes* dengan metode beda hingga *Dufort-Frankel*

Untuk menentukan harga opsi jual menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*, maka digunakan persamaan *Black-Scholes* berikut ini :

$$P = Ke^{-rT}N(d_2) - S_0N(d_1)$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \\
 &= \frac{\ln\left(\frac{19,325}{16}\right) + \left(0,0043 + \frac{(0,136721546)^2}{2}\right)30}{0,136721546\sqrt{\frac{1}{30}}} \\
 &= \frac{\ln(1,15625) + (0,0043 + 0,009346391)30}{0,136721546\sqrt{0,033333}} \\
 &= \frac{(0,145182009) + (0,013646391)30}{0,136721546(0,1825741826)} \\
 &= \frac{(0,145182009) + 0,40939173}{0,024961824} \\
 &= \frac{0,554573739}{0,024961824} \\
 &= 2,2217
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{T} \\
 &= 2,2217 - 0,136721546\sqrt{30} \\
 &= 2,2217 - 0,136721546(5,477225575) \\
 &= 2,2217 - 0,748854748 \\
 &= 1,4729
 \end{aligned}$$

$$N(2,2217) = N(2,22) + 2,17[N(2,23) - N(2,22)]$$

$$= 0,9868 + 2,17[0,9871 - 0,9868]$$

$$= 0,9868 + 2,17[0,0003]$$

$$= 0,9868 + 0,000651$$

$$= 0,9875$$

$$N(1,4729) = N(1,47) + 1,29[N(1,48) - N(1,47)]$$

$$= 0,9292 + 1,29[0,9306 - 0,9292]$$

$$= 0,9292 + 1,29[0,0014]$$

$$= 0,9292 + 0,001806$$

$$= 0,9310$$

Maka : $P = Ke^{-rT}N(d_2) - S_0N(d_1)$

$$= 16e^{-0,0043\left(\frac{1}{30}\right)}(0,9310) - 19,325(0,9875)$$

$$= 16e^{-0,000143333}(0,9310) + 19,325(0,9875)$$

$$= 15,9977068363(0,9310) + (18,26875)$$

$$= 14,8938650646 + 18,26875$$

$$= 33,1626.$$

Adapun bentuk sederhana persamaan *Black-Scholes* menggunakan metode *Dufort-Frankel* adalah sebagai berikut :

$$V^{n+1} = MV^n - NV^{n-1} - P$$

Karena pada penelitian ini penulis menentukan harga opsi jual, maka persamaan matriks diatas diubah menjadi :

$$P = MV^n - NV^{n-1} - V^{n+1}$$

Dimana matriks-matriks :

$$V^{n+1} = \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ \vdots \\ V_{31} \end{bmatrix} = v^{31} = \begin{bmatrix} 18,700 \\ 18,000 \\ 18,550 \\ \vdots \\ 16,000 \end{bmatrix}$$

$$V^n = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ V_{30} \end{bmatrix} = v^{30} = \begin{bmatrix} 19,325 \\ 18,700 \\ 18,000 \\ \vdots \\ 16,025 \end{bmatrix}$$

$$V^{n-1} = \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_{29} \end{bmatrix} = v^{29} = \begin{bmatrix} 19,125 \\ 19,325 \\ 18,700 \\ \vdots \\ 16,450 \end{bmatrix}$$

Pada matriks M dan N , terdapat parameter α, β, γ dan δ . Untuk mencari nilai α digunakan rumus sebagai berikut :

$$\alpha_j = \frac{\Delta t}{2\Delta S} \left(r - S - \frac{\sigma^2}{2} \right) - \frac{\Delta t}{2\Delta S^2} \sigma^2$$

$$\begin{aligned}
\alpha_1 &= \frac{1}{2(0,644166666)} \left(0,0043 - 19,325 - \frac{(0,136721546)^2}{2} \right) - \frac{1}{2(0,644166666)^2} (0,136721546)^2 \\
&= \frac{1}{1,288333333} (0,0043 - 19,325 - \left(\frac{0,018692781}{2} \right)) - \frac{1}{2(0,414950694)} (0,018692781) \\
&= 0,776196636(-19,3207 - 0,009346391) - 1,204962439(0,018692781) \\
&= 0,776196636 (-19,33004639) - 0,022524098 \\
&= -15,00391698 - 0,022524098
\end{aligned}$$

$$= -15,02644109$$

$$\begin{aligned}
\alpha_2 &= \frac{1}{2(0,623333333)} \left(0,0043 - 18,700 - \frac{(0,136721546)^2}{2} \right) - \frac{1}{2(0,623333333)^2} (0,136721546)^2 \\
&= \frac{1}{1,246666667} (0,0043 - 18,700 - \left(\frac{0,018692781}{2} \right)) - \frac{1}{2(0,388544444)} (0,018692781) \\
&= 0,802139037(-18,6957 - 0,009346391) - 1,286854072(0,018692781) \\
&= 0,802139037 (-18,70504639) - 0,022524099 \\
&= -15,0040479 - 0,022524099 \\
&= -15,02810279
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_3 &= \frac{1}{2(0,6)} \left(0,0043 - 18,000 - \frac{(0,136721546)^2}{2} \right) - \frac{1}{2(0,6)^2} (0,136721546)^2 \\
&= \frac{1}{1,2} (0,0043 - 18,000 - \left(\frac{0,018692781}{2} \right)) - \frac{1}{2(0,36)} (0,018692781) \\
&= 0,833333333(-17,9957 - 0,009346391) - 1,388888889(0,018692781) \\
&= 0,833333333 (-18,00504639) - 0,025962195 \\
&= -15,00420532 - 0,025962195
\end{aligned}$$

$$= -15,03016752$$

⋮

$$\begin{aligned}
\alpha_n &= \frac{1}{2(0,548333333)} \left(0,0043 - 16,450 - \frac{(0,136721546)^2}{2} \right) - \frac{1}{2(0,548333333)^2} (0,136721546)^2 \\
&= \frac{1}{1,096666667} (0,0043 - 16,450 - \left(\frac{0,018692781}{2} \right)) - \frac{1}{2(0,300669444)} (0,018692781) \\
&= 0,911854103(-16,4457 - 0,009346391) - 1,662955814(0,018692781) \\
&= 0,911854103 (-16,45504639) - 0,031085268
\end{aligned}$$

$$= -15,00460157 - 0,031085268$$

$$= -15,03568684$$

Tabel 4.5.Hasil Perhitungan Nilai α

Data	ΔS	σ	r	α
19,325	0,644166667	0,136721546	0,0043	-15,02644109
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	-15,02810279
18	0,6	0,136721546	0,0043	-15,03016752
18,55	0,618333333	0,136721546	0,0043	-15,02852612
18,05	0,601666667	0,136721546	0,0043	-15,03001224
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	-15,02993507
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	-15,02910637
18,125	0,604166667	0,136721546	0,0043	-15,02978165
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	-15,02910637
18,25	0,608333333	0,136721546	0,0043	-15,02940349
18,725	0,624166667	0,136721546	0,0043	-15,02803319
18,45	0,615	0,136721546	0,0043	-15,02881395
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	-15,02810279
18,5	0,616666667	0,136721546	0,0043	-15,02866947
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	-15,02993507
16,95	0,565	0,136721546	0,0043	-15,03374421
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	-15,03048191
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	-15,03048191
17,65	0,588333333	0,136721546	0,0043	-15,03129078
17,6	0,586666667	0,136721546	0,0043	-15,03145661
18,025	0,600833333	0,136721546	0,0043	-15,03008972
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	-15,03196244
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	-15,03196244
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	-15,03518505
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	-15,03518505
16,475	0,549166667	0,136721546	0,0043	-15,03558559
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	-15,03568684
16,2	0,54	0,136721546	0,0043	-15,03672468
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	-15,03568684
16,025	0,534166667	0,136721546	0,0043	-15,03747957

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Nilai α

Untuk mencari nilai β digunakan rumus sebagai berikut :

$$\beta = 1 + \frac{\Delta t}{\Delta S^2} \sigma^2 + r \Delta t$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 1 + \frac{1}{(0,644166666)^2} (0,136721546)^2 + (0,0043)1 \\ &= 1 + \frac{1}{0,414950694} (0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 2,409924877(0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 0,329488654 + 0,0043 \\ &= 1,049348198 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_2 &= 1 + \frac{1}{(0,623333333)^2} (0,136721546)^2 + (0,0043)1 \\ &= 1 + \frac{1}{0,414950694} (0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 2,409924877(0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 0,329488654 + 0,0043 \\ &= 1,052409763 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta_3 &= 1 + \frac{1}{(0,6)^2} (0,136721546)^2 + (0,0043)1 \\ &= 1 + \frac{1}{0,414950694} (0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 2,409924877(0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 0,329488654 + 0,0043 \\ &= 1,056224392 \end{aligned}$$

:

$$\begin{aligned} \beta_n &= 1 + \frac{1}{(0,644166666)^2} (0,136721546)^2 + (0,0043)1 \\ &= 1 + \frac{1}{0,414950694} (0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 2,409924877(0,136721546) + (0,0043) \\ &= 1 + 0,329488654 + 0,0043 \\ &= 0,534166667 \end{aligned}$$

Tabel 4.6.Hasil Perhitungan Nilai β

Data	ΔS	σ	r	β
19,325	0,644166667	0,136721546	0,0043	1,049348198
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	1,052409763
18	0,6	0,136721546	0,0043	1,056224392
18,55	0,618333333	0,136721546	0,0043	1,053190964
18,05	0,601666667	0,136721546	0,0043	1,055937121
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	1,055794378
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	1,054262515
18,125	0,604166667	0,136721546	0,0043	1,055510663
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	1,054262515
18,25	0,608333333	0,136721546	0,0043	1,05481155
18,725	0,624166667	0,136721546	0,0043	1,052281385
18,45	0,615	0,136721546	0,0043	1,053722384
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	1,052409763
18,5	0,616666667	0,136721546	0,0043	1,053455597
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	1,055794378
16,95	0,565	0,136721546	0,0043	1,062856758
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	1,056806173
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	1,056806173
17,65	0,588333333	0,136721546	0,0043	1,058304135
17,6	0,586666667	0,136721546	0,0043	1,058611412
18,025	0,600833333	0,136721546	0,0043	1,056080458
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	1,059549146
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	1,059549146
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	1,065536358
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	1,065536358
16,475	0,549166667	0,136721546	0,0043	1,066282
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	1,066470538
16,2	0,54	0,136721546	0,0043	1,068404188
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	1,066470538
16,025	0,534166667	0,136721546	0,0043	1,069811924

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Nilai β

Untuk mencari nilai γ digunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma_j = -\frac{\Delta t}{2\Delta S} \left(r - S - \frac{\sigma^2}{2} \right) - \frac{\Delta t}{2\Delta S^2} \sigma^2$$

$$\begin{aligned}
\gamma_1 &= -\frac{1}{2(0,644166666)}\left(0,0043 - 19,325 - \frac{(0,136721546)^2}{2}\right) - \frac{1}{2(0,644166666)^2}(0,136721546)^2 \\
&= -\frac{1}{1,288333333}(0,0043 - 19,325 - \left(\frac{0,018692781}{2}\right)) - \frac{1}{2(0,414950694)}(0,018692781) \\
&= -0,776196636(-19,3207 - 0,009346391) - 1,204962439(0,018692781) \\
&= -0,776196636(-19,33004639) - 0,022524098 \\
&= 15,00391698 - 0,022524098 \\
&= 15,02644109 \\
\gamma_2 &= -\frac{1}{2(0,623333333)}\left(0,0043 - 18,700 - \frac{(0,136721546)^2}{2}\right) - \frac{1}{2(0,623333333)^2}(0,136721546)^2 \\
&= -\frac{1}{1,246666667}(0,0043 - 18,700 - \left(\frac{0,018692781}{2}\right)) - \frac{1}{2(0,388544444)}(0,018692781) \\
&= -0,802139037(-18,6957 - 0,009346391) - 1,286854072(0,018692781) \\
&= -0,802139037(-18,70504639) - 0,022524099 \\
&= 15,0040479 - 0,022524099 \\
&= 15,02810279 \\
\gamma_3 &= -\frac{1}{2(0,6)}\left(0,0043 - 18,000 - \frac{(0,136721546)^2}{2}\right) - \frac{1}{2(0,6)^2}(0,136721546)^2 \\
&= -\frac{1}{1,2}(0,0043 - 18,000 - \left(\frac{0,018692781}{2}\right)) - \frac{1}{2(0,36)}(0,018692781) \\
&= -0,833333333(-17,9957 - 0,009346391) - 1,388888889(0,018692781) \\
&= -0,833333333(-18,00504639) - 0,025962195 \\
&= 15,00420532 - 0,025962195 \\
&= 15,03016752 \\
&\vdots \\
\gamma_n &= -\frac{1}{2(0,548333333)}\left(0,0043 - 16,450 - \frac{(0,136721546)^2}{2}\right) - \frac{1}{2(0,548333333)^2}(0,136721546)^2 \\
&= -\frac{1}{1,096666667}(0,0043 - 16,450 - \left(\frac{0,018692781}{2}\right)) - \frac{1}{2(0,300669444)}(0,018692781) \\
&= -0,911854103(-16,4457 - 0,009346391) - 1,662955814(0,018692781) \\
&= -0,911854103(-16,45504639) - 0,031085268 \\
&= 15,00460157 - 0,031085268 \\
&= 15,03568684
\end{aligned}$$

Tabel 4.7.Hasil Perhitungan Nilai γ

Data	ΔS	σ	r	γ
19,325	0,644166667	0,136721546	0,0043	15,02644109
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	15,02810279
18	0,6	0,136721546	0,0043	15,03016752
18,55	0,618333333	0,136721546	0,0043	15,02852612
18,05	0,601666667	0,136721546	0,0043	15,03001224
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	15,02993507
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	15,02910637
18,125	0,604166667	0,136721546	0,0043	15,02978165
18,35	0,611666667	0,136721546	0,0043	15,02910637
18,25	0,608333333	0,136721546	0,0043	15,02940349
18,725	0,624166667	0,136721546	0,0043	15,02803319
18,45	0,615	0,136721546	0,0043	15,02881395
18,7	0,623333333	0,136721546	0,0043	15,02810279
18,5	0,616666667	0,136721546	0,0043	15,02866947
18,075	0,6025	0,136721546	0,0043	15,02993507
16,95	0,565	0,136721546	0,0043	15,03374421
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	15,03048191
17,9	0,596666667	0,136721546	0,0043	15,03048191
17,65	0,588333333	0,136721546	0,0043	15,03129078
17,6	0,586666667	0,136721546	0,0043	15,03145661
18,025	0,600833333	0,136721546	0,0043	15,03008972
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	15,03196244
17,45	0,581666667	0,136721546	0,0043	15,03196244
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	15,03518505
16,575	0,5525	0,136721546	0,0043	15,03518505
16,475	0,549166667	0,136721546	0,0043	15,03558559
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	15,03568684
16,2	0,54	0,136721546	0,0043	15,03672468
16,45	0,548333333	0,136721546	0,0043	15,03568684
16,025	0,534166667	0,136721546	0,0043	15,03747957

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Nilai γ

Setelah nilai dari masing-masing parameter diperoleh, kemudian memasukkan kedalam persamaan matriks M dibawah ini :

$$M = \begin{bmatrix} \beta_1 & \alpha_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \gamma_2 & \beta_2 & \alpha_2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \gamma_3 & \beta_3 & \alpha_3 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & \beta_n \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 1,333788655-15,02644109 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 15,02810279 & 1,333788655 & -15,02810279 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 15,03016752 & 1,333788655 & -15,03016752 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 1,333788655 \end{bmatrix}$$

Sementara untuk mencari nilai δ digunakan syarat dari opsi jual itu sendiri, dimana :

$$P(S, T) = \max \{(E - S(T)), 0\}$$

Dengan:

E adalah batas akhir harga saham

$S(T)$ adalah harga saham pada saat T .

Sehingga :

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \max\{(E - S_1), 0\} \\ &= \max\{(19,325 - 19,325), 0\} \\ &= \max\{0, 0\} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_2 &= \max\{(E - S_2), 0\} \\ &= \max\{(19,325 - 18,700), 0\} \\ &= \max\{(0,625), 0\} \\ &= 0,625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_3 &= \max\{(E - S_3), 0\} \\ &= \max\{(19,325 - 18,000), 0\} \\ &= \max\{(1,325), 0\} \\ &= 1,325 \end{aligned}$$

...

$$\begin{aligned}
 \delta_{30} &= \max\{(E - S_{30}), 0\} \\
 &= \max\{(19,325 - 16,025), 0\} \\
 &= \max\{(2,875), 0\} \\
 &= 2,875
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8.Hasil Perhitungan Nilai *Delta*

Data	<i>E</i>	δ
19,325	19,325	0
18,7	19,325	0,625
18	19,325	1,325
18,55	19,325	0,775
18,05	19,325	1,275
18,075	19,325	1,25
18,35	19,325	0,975
18,125	19,325	1,2
18,35	19,325	0,975
18,25	19,325	1,075
18,725	19,325	0,6
18,45	19,325	0,875
18,7	19,325	0,625
18,5	19,325	0,825
18,075	19,325	1,25
16,95	19,325	2,375
17,9	19,325	1,425
17,9	19,325	1,425
17,65	19,325	1,675
17,6	19,325	1,725
18,025	19,325	1,3
17,45	19,325	1,875
17,45	19,325	1,875
16,575	19,325	2,75
16,575	19,325	2,75
16,475	19,325	2,85
16,45	19,325	2,875
16,2	19,325	3,125

Data	E	δ
16,45	19,325	2,875
16,025	19,325	3,3

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Nilai *Delta*

Setelah diperoleh nilai dari parameter δ , kemudian memasukan kedalam persamaan matriks N dibawah ini :

$$N = \begin{bmatrix} \delta_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \delta_2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \delta_3 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \delta_n \end{bmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} 0,625 & 0 & 0 & 0\dots & 0 \\ 0 & 1,325 & 0 & 0\dots & 0 \\ 0 & 0 & 0,775 & 0\dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0\dots & 2,875 \end{bmatrix}$$

Setelah semua nilai matriks M dan N diperoleh, selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan matriks *Black-Scholes* dengan metode beda hingga *Dufort-Frankel* untuk mencari nilai harga opsi jual, dengan persamaan matriks:

$$P = MV^n - NV^{n-1} - V^{n+1}$$

Dimana matriks :

$$MV^n = -M = \begin{bmatrix} \beta_1 & \alpha_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \gamma_2 & \beta_2 & \alpha_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \gamma_3 & \beta_3 & \alpha_3 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \beta_n \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ \vdots \\ V_{30} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1,333788655-15,02644109 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 15,02810279 & 1,333788655 & -15,02810279 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 15,03016752 & 1,333788655 & -15,03016752 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1,333788655 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 19,325 \\ 18,700 \\ 18,000 \\ \vdots \\ 16,450 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -255,219 \\ 44,85408 \\ 272,7604 \\ \vdots \\ 24,57207 \end{bmatrix}$$

Dan matriks:

$$\begin{aligned}
 NV^{n-1} &= \begin{bmatrix} \delta_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \delta_2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \delta_3 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \delta_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_{29} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0,625 & 0 & 0 & 0\dots & 0 \\ 0 & 1,325 & 0 & 0\dots & 0 \\ 0 & 0 & 0,775 & 0\dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0\dots & 2,875 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 19,15 \\ 19,325 \\ 18,700 \\ \vdots \\ 16,450 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0 \\ 11,6875 \\ 23,85 \\ \vdots \\ 47,29375 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$P = MV^n - NV^{n-1} - V^{n+1}$$

$$= \begin{bmatrix} -255,219 \\ 44,85408 \\ 272,7604 \\ \vdots \\ 24,57207 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ 11,6875 \\ 23,85 \\ \vdots \\ 47,29375 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 18,700 \\ 18,000 \\ 18,550 \\ \vdots \\ 16,000 \end{bmatrix}$$

Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Matiks MV^n

Matriks MV^n
-255,219
44,85408
272,7604
23,99035

Matriks MV^n
31,21414
19,59925
23,72357
24,17492
22,59638
18,70562
21,96959
24,98412
24,19044
34,06801
47,40463
25,23862
9,595859
27,63244
28,05076
17,83788
26,29605
31,91799
36,42758
35,26333
23,61107
23,85362
26,07564
21,60738

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Matriks MV^n

Tabel 4.10.Hasil Perhitungan Matiks NV^{n-1}

Matiks NV^{n-1}
0
11,6875
23,85
14,37625
23,01375
22,59375
17,89125
21,75
17,89125
19,61875

Matiks NV^{n-1}
11,235
16,14375
11,6875
15,2625
22,59375
40,25625
25,5075
25,5075
29,56375
30,36
23,4325
32,71875
32,71875
45,58125
45,58125
46,95375
47,29375
50,625
47,29375

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitungan Matriks NV^{n-1}

Tabel 4.11.Hasil Perhitungan Matriks P

Matriks P
45,4158
9,904799
21,1334
13,641
-14,8898
26,3692
17,422
20,9689
18,6742
24,7295
-12,9866
-15,0534
-11,2343
4,475

Matriks <i>P</i>
2,793859
37,6296
38,6613
20,483
24,0017
35,3956
19,5465
23,0968
-17,6517
31,4384
42,8915
43,9696
41,8186
49,7982
43,1441
39,2235

Sumber: Hasil Olahan Manual Perhitngan *Matriks P*

Untuk menentukan nilai harga opsi jual menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel*, maka diambil nilai yang paling mendekati dari nilai yang diperoleh pada persamaan *Black-Scholes*. Karena yang diperoleh pada adalah sebesar 33,1626, maka dapat ditentukan bahwa harga opsi jual menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* adalah sebesar 35,3956.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, untuk menentukan harga opsi jual penulis menggunakan data harga penutupan saham harian PT.Astra Internasional Tbk, selama satu bulan yang dimulai pada tanggal 9 November 2015 - 18 Desember 2015. Namun penulis terlebih dahulu mencari *return* harga saham dengan rumus $r_i = \ln(\frac{S(i)}{S(i-1)})$, dimana i sebagai interval waktu pengamatan, S_i sebagai harga

saham pada waktu ke i , r_i sebagai *return* harga saham ke i , dan $S(i - 1)$ adalah harga saham saat ini dibagi dengan harga saham sebelumnya. *Return* $r_{(i)}$ harga saham perusahaan itu sendiri adalah untuk melihat seberapa besar tingkat pengembalian harga saham pada tiap kali masa perdagangan. Kemudian mencari standar *deviasi* dengan rumus $Sr_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}$, dimana n adalah banyaknya data yang diamati, \bar{r} adalah rata-rata dari r_i dan Sr_i adalah standar *deviasi* dari r_i . Adapun interval yang digunakan adalah $i = 1 - 30$, karena jumlah waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah 30 hari.

Setelah mencari *return* harga saham dan standar *deviasi*, maka mencari *volatilitas* harga saham, dimana σ adalah *volatilitas* harga saham, τ didapat dengan rumus $\frac{1}{T_s}$, dimana T_s adalah jumlah hari perdagangan yang diamati. Adapun hasil yang diperoleh adalah sebesar 0,136721546.

Sebelum persamaan *Black-Scholes* diubah kedalam bentuk matriks, terlebih dahulu harus diketahui tingkat suku bunga dan *strike price*. Pada penelitian ini, tingkat suku bunganya adalah suku bunga sertifikat Bank Indonesia (SBI) untuk jangka waktu 30 hari yang dihitung dari bulan November - Desember 2015 sebesar 2,58 %, dimana waktu yang digunakan adalah 30 hari dalam waktu satu tahun, maka diperoleh nilai suku bunga sebesar 0,0043. Sementara untuk *strike price*, berdasarkan informasi opsi saham PT.Astra Internasional Tbk yang diperdagangkan pada tanggal 9 November 2015 sampai tanggal 18 Desember 2015, maka nilai *strike price* yang digunakan adalah \$16.

Pada matriks M , terdapat beberapa parameter yang digunakan yaitu α, β dan γ . Nilai dari setiap parameter diperoleh melalui rumus yang telah ada. Nilai-nilai parameter diatas dapat dilihat pada tabel 4.5, 4.6 dan 4.7. Pada matriks N juga terdapat parameter δ . Untuk mencari nilai dari δ , digunakan syarat dari opsi jual itu sendiri, dengan $\max\{(E - S(T)), 0\}$, dengan E adalah batas akhir dari harga saham dan $S(T)$ adalah harga saham pada saat T . Maksud dari syarat tersebut adalah hasil dari selisih $E - S(T)$ dibandingkan dengan 0, kemudian dicari nilai maksimum dari keduanya, maka itulah nilai-nilai dari parameter δ yang dapat dilihat pada tabel 4.8. Adapun matriks V adalah nilai-nilai dari harga saham yang telah diketahui, yang dapat dilihat pada lampiran 1.

Sebelum menghitung nilai pada persamaan *Black-Scholes* yang digunakan untuk menentukan harga opsi jual pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-frankel*, terlebih dahulu dicari nilai d_1 dan d_2 . Kemudian mencari distribusi normal dari kedua nilai tersebut melalui tabel distribusi normal yang ada. Setelah nilai-nilai diperoleh, maka dimasukkan kedalam rumus yang akan digunakan.

Setelah semua nilai pada pembahasan diatas diperoleh, maka untuk mendapatkan harga opsi jual melalui perhitungan matriks, maka diambil satu nilai pada matriks P yang mendekati nilai yang diperoleh melalui perhitungan dalam menghitung harga opsi jual. Adapun nilai dari harga opsi jual yang diperoleh pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* sebesar 30,12212.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun hasil penelitian pada skripsi ini, diperoleh nilai dari harga opsi jual dengan metode *Dufort-Frankel* sebesar 35,3956, dengan nilai dari *return* harga saham dapat dilihat pada tabel 4.2, nilai dari standar *deviasi* 0,024961825, dan nilai dari *volatilitas* harga saham 0,136721546. Untuk tingkat suku bunga sebesar 0,0043 dan nilai dari *strike pricenya* \$16. Adapun nilai yang diperoleh pada persamaan *Black-Scholes* yang digunakan sebesar 33,1626, sehingga harga opsi jual pada model *Black-Scholes* menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* sebesar 35,3956. Karena nilai yang diperoleh pada metode beda hingga *Dufort-Frankel* memiliki nilai yang mendekati nilai pada persamaan *Black-Scholes*, maka dapat disimpulkan bahwa metode beda hingga *Dufort-Frankel* dapat digunakan untuk persamaan *Black-Scholes* dalam menentukan harga opsi, khususnya harga opsi jual tipe Eropa pada PT.Astra Interasional Tbk.

B. Saran

Adapun saran pada skripsi ini adalah pada penelitian ini, penulis menggunakan metode beda hingga *Dufort-Frankel* dengan persamaan *Black-Scholes* dalam menentukan harga opsi jual, khususnya opsi tipe Eropa. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, untuk menggunakan metode dan persamaan yang lain, karena masih banyak metode maupun persamaan lain yang dapat digunakan untuk menentukan harga opsi, khususnya opsi jual.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdia Gunaydi, 2006. *Matlab*. Bandung: INFORMATIKA.
- Alman. *Penyelesaian Numerik Persamaan Adveksi Difusi 2-D Untuk Transfer Polutan Dengan Menggunakan Metode Beda Hingga Dufort Frankel*. Makassar: UNHAS. 2011.
- Atmadja Wendi. *Strike Price*. <http://e-journal.uajy.ac.id/strike-price.pdf>. 2010. Diakses pada tanggal 29 November 2015.
- Azhan Azkari. *Sejarah dan Perkembangan PT.Astra*. <http://repository.uin-suska.ac.id/502/5/08.%20BAB%20IV.pdf>. 2011. Diakses pada tanggal 17 September 2015.
- Chandra Ivan. *Obligasi dalam Islam*. http://eprints.walisongo.ac.id/1448/5/082311065_Bab4.pdf. 2011. Diakses pada tanggal 17 September 2015.
- Dea, Riana. *Saham dalam Islam*. <http://repository.uts-suska.ac.id/502/5/08.%20si.sahamdalamislampdf>. 2010. Diakses pada tanggal 17 September 2015.
- Departemen Agama RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta : CV Penerbit Wali 2012.
- Eiteman David. 2003. *Manajemen Keuangan Multinasional*. Klaten: PT.Intan Sejati.
- Fadli Moh. *Investasi dalam Islam*. <http://repository.uin-suska.ac.id/502/5/08.%20Investasi.pdf>. 2011. Di akses pada tanggal 27 November 2015.
- Fina. *Pasar Modal dan Saham Menurut Islam*. <http://campursari.staimtulungagung.ac.id/eksyar/5.%20Fina%20%20PASAR%20MODAL%20DAN%20SAHAM%20MENURUT%20ISLAM.pdf>. 2011. Diakses pada tanggal 17 September 2015.
- Fitria Devi. *Sejarah PT.Astra Internasional Tbk*. <http://e-journal.uajy.ac.id/4267/3/2KOM03922.pdf>. 2010. Diakses pada tanggal 17 September 2015.
- Fitria Dila. *Return Saham*. http://eprints.UNPAD.ac.id/1448/5/082311065_Bab4.pdf. 2011. Diakses pada tanggal 29 November 2015.

- Haymans Adler. 2005. *Pasar Modal Indonesia menjadi Bursa Kelas Dunia*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- Hull John, 2000. *Option Futures and Other Derivatis*. Sulut: Toronto.
- Irianto Agus. 2004. *Statistik Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: PRENADA MEDIA.
- Irwan. 2001. *Penentuan Nilai Eksak Dari Harga Opsi Tipe Eropa Dengan Menggunakan Model Black-Scholes*.
<https://deden08m.files.wordpress.com/2001/03/modelblackscholes.pdf>.
 Makassar: UIN. Diakses pada tanggal 17 Desember 2015.
- Irwanto Yoni. 2011. *Seminar pasar Modal Stock Option*. Sekolah Tinggi Akuntansi Negara. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2015.
- Iskandar Dedi, 2008. *Model Penilaian Harga Saham IPO dengan menggunakan Metode Real Option di BEI*. Makassar: UIN.
- Kusumawati Ririen, 2009. *Aljabar Liner dan Matriks*. Malang: PT.Malang Press.
- Leon Stevan, 2001. *Aljabar Linear dan Aplikasinya*. Jakarta: Erlangga.
- Najmuddin. 2011. *Manajemen Keuangan dan Aktualisasi Syar'iyah Modern*. Yogyakarta: Andi.
- Nurman Fadil. *Metode Dufort-Frankel*.
<https://deden08m.files.wordpress.com/2011/03/dufort-frankel.pdf>. 2010.
Diakses pada tanggal 17 Desember 2015.
- Praktikum Pengolahan Sinyal Digital. *Pengenalan Matlab*.
<http://digilib.uinsby.ac.id/7671/4/bab%204.pdf>. 2011. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2015.
- Rayi Sezan. *Profil PT.Astra Internasional Tbk*. <http://e-journal.uajy.ac.id/1491/3/2KOM03401.pdf>. 2011. Diakses pada tanggal 27 September 2015.
- Risman Neno. *Investasi*. <http://e-journal.uajy.ac.id/Investasi.pdf>. 2010. Diakses pada tanggal 17 Desember 2015.
- Samsul Mohamad. 2006. *Pasar Modal dan Manajemen Portofolio*. Surabaya: Erlangga.
- Shihab Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Soraya Andi. 2008. *Penentuan Nilai Hedging Ratio pada Opsi*. Makassar: UIN.
- Supranto. 2009. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.

Sweilam. *Journal Of Calculus and Applications*.
<http://ejournal.uajy.ac.id/jurnalmtk.pdf>. 2010. Diakses pada tanggal 17
Desember 2015.

Syamsuddin. 2011. *Obligasi dalam Tinjauan Islam*. Bandung: UNPAD.
Tim Studi Volatilitas Pasar Modal Indonesia dan Perekonomian Dunia . 2011.
Volatilitas Pasar Modal Indonesia Dan Perekonomian Dunia. Diakses
pada tanggal 27 September 2015.

Tiro Arif. 2011. *Pengantar Teori Peluang*. Makassar: Andira Publisher.

Filename: SRIPSI LENGKAP ANTI
Directory: F:\antiii
Template: C:\Users\Aneckdoct\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.d
otm
Title:
Subject:
Author: FARID
Keywords:
Comments:
Creation Date: 3/7/2016 1:06:00 PM
Change Number: 120
Last Saved On: 4/26/2016 5:14:00 PM
Last Saved By: FARID
Total Editing Time: 629 Minutes
Last Printed On: 4/26/2016 6:15:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 85
Number of Words: 15,199 (approx.)
Number of Characters: 86,638 (approx.)